

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants: Tatsuya DEGUCHI et al.
International Application No.: PCT/JP03/10779
International Filing Date: August 26, 2003
For: DIGITAL STILL CAMERA AND IMAGE
CORRECTION METHOD

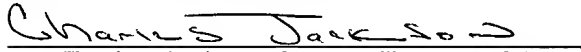
745 Fifth Avenue
New York, NY 10151

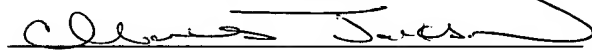
EXPRESS MAIL

Mailing Label Number: EV375020109US

Date of Deposit: March 8, 2005

I hereby certify that this paper or fee is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" Service under 37 CFR 1.10 on the date indicated above and is addressed to Mail Stop PCT, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.


(Typed or printed name of person mailing paper or fee)


(Signature of person mailing paper or fee)

CLAIM OF PRIORITY UNDER 37 C.F.R. § 1.78(a)(2)

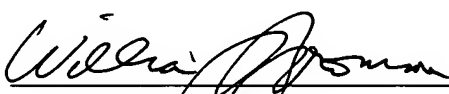
Mail Stop PCT
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Pursuant to 35 U.S.C. 119, this application is entitled to a claim of priority to Japan
Application No. 2002-263694 filed 10 September 2002.

Respectfully submitted,

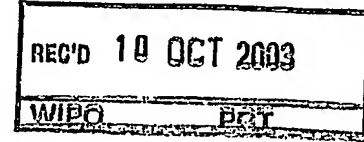
FROMMER LAWRENCE & HAUG LLP
Attorneys for Applicants

By: 
William S. Frommer
Reg. No. 25,506
Tel. (212) 588-0800

26.08.03

#2

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 9 月 1 0 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 6 3 6 9 4
Application Number:

[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 2 6 3 6 9 4]

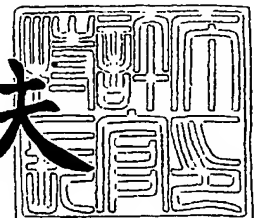
出 願 人 ソニー株式会社
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 9 月 2 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【整理番号】 0290581602

【提出日】 平成14年 9月10日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 1/60

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
 内

 【氏名】 出口 達也

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
 内

 【氏名】 加藤 直哉

【特許出願人】

 【識別番号】 000002185

 【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100091546

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 佐藤 正美

 【電話番号】 03-5386-1775

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 048851

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9710846

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 デジタルスチルカメラおよび画像の補正方法。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

階調補正の実行されるべき画像の画像データを、標準色空間のフォーマットにより保持するメモリと、

階調補正回路と

を有し、

上記メモリからこれに保存されている画像データを読み出し、

この読み出した画像データに対して上記階調補正回路により上記階調補正を実行する

ようにしたデジタルスチルカメラ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のデジタルスチルカメラにおいて、

画像データに対してホワイトバランスの微調整を行うホワイトバランス微調整回路を有し、

上記メモリから読み出した画像データを上記ホワイトバランス微調整回路に供給して上記ホワイトバランスの微調整を行うとともに、

この微調整結果の画像データを上記メモリに書き戻す

ようにしたデジタルスチルカメラ。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のデジタルスチルカメラにおいて、

ディスプレイを有し、

このディスプレイに上記ホワイトバランスの微調整回路から出力される画像データを供給して上記ホワイトバランス微調整回路の調整結果を上記ディスプレイに表示する

ようにしたデジタルスチルカメラ。

【請求項 4】

請求項 1 に記載のデジタルスチルカメラにおいて、

上記階調補正回路は選択可能な複数の階調補正特性を有し、
上記読み出した画像データを上記複数の階調補正特性の1つにより補正する
ようにしたデジタルスチルカメラ。

【請求項5】

請求項4に記載のデジタルスチルカメラにおいて、
ディスプレイと、
上記複数の階調補正特性のうちの1つを選択するためのGUIの操作手段と
を有し、

上記操作手段の操作状態を上記ディスプレイに表示する
ようにしたデジタルスチルカメラ。

【請求項6】

請求項4に記載のデジタルスチルカメラにおいて、
上記読み出した画像データの輝度成分に対して統計的な解析を行い、
この解析結果にしたがって上記複数の階調補正特性の1つを選択して階調補正
をする
ようにしたデジタルスチルカメラ。

【請求項7】

請求項4に記載のデジタルスチルカメラにおいて、
上記複数の階調補正特性の1つとして、ディスプレイあるいはプリンタに出力
される画像が、平均輝度が高く、かつ、ハイコントラストで、高彩度な画像とな
る特性を有する
ようにしたデジタルスチルカメラ。

【請求項8】

請求項4に記載のデジタルスチルカメラにおいて、
上記複数の階調補正特性の1つとして、ディスプレイあるいはプリンタに出力
される画像が、平均輝度が高く、かつ、ハイコントラストな画像となる特性を有
する
ようにしたデジタルスチルカメラ。

【請求項9】

請求項 4 に記載のデジタルスチルカメラにおいて、
上記複数の階調補正特性の 1 つとして、画像の暗部あるいは明部の階調を優先的に補正する特性を有する
ようにしたデジタルスチルカメラ。

【請求項 10】

請求項 1 に記載のデジタルスチルカメラにおいて、
階調補正特性として、S 字関数と逆 S 字関数との組み合わせを使用する
ようにしたデジタルスチルカメラ。

【請求項 11】

階調補正の実行されるべき画像の画像データを、標準色空間のフォーマットによりメモリに保持し、
このメモリに保持されている画像データに対して上記階調補正を実行する
ようにした画像の補正方法。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の画像の補正方法において、
上記メモリから読み出した画像データに対してホワイトバランスの微調整を行うとともに、
この微調整結果の画像データを上記メモリに書き戻す
ようにした画像の補正方法。

【請求項 13】

請求項 11 に記載の画像の補正方法において、
上記階調補正特性を複数用意し、
上記読み出した画像データを上記複数の階調補正特性の 1 つにより補正する
ようにした画像の補正方法。

【請求項 14】

請求項 13 に記載の画像の補正方法において、
上記複数の階調補正特性のうちの 1 つの選択を GUI 操作により行う
ようにした画像の補正方法。

【請求項 15】

請求項 13 に記載の画像の補正方法において、
上記読み出した画像データの輝度成分に対して、統計的な解析を行い、
この解析結果にしたがって上記複数の階調補正特性の 1 つを選択にして階調補正をする
ようにした画像の補正方法。

【請求項 16】

請求項 13 に記載の画像の補正方法において、
上記複数の階調補正特性の 1 つとして、ディスプレイあるいはプリンタに出力される画像が、平均輝度が高く、かつ、ハイコントラストで、高彩度な画像となる特性を有する
ようにした画像の補正方法。

【請求項 17】

請求項 13 に記載の画像の補正方法において、
上記複数の階調補正特性の 1 つとして、ディスプレイあるいはプリンタに出力される画像が、平均輝度が高く、かつ、ハイコントラストな画像となる特性を有する
ようにした画像の補正方法。

【請求項 18】

請求項 13 に記載の画像の補正方法において、
上記複数の階調補正特性の 1 つとして、画像の暗部あるいは明部の階調を優先的に補正する特性を有する
ようにした画像の補正方法。

【請求項 19】

請求項 11 に記載の画像の補正方法において、
階調補正特性として、S 字関数と逆 S 字関数との組み合わせを使用する
ようにした画像の補正方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、デジタルスチルカメラおよび画像の補正方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

デジタルスチルカメラの総出荷台数が銀塩カメラの台数を超えたことから分かるように、デジタルスチルカメラの普及率はかなり高くなってきている。これに伴い、ハイエンドのユーザからローエンドのユーザまで様々なレベルのユーザがデジタルスチルカメラを使用するようになり、デジタルスチルカメラの用途、画質に対する要求レベル、画質の好みなどが多様化している。

【0003】

例えば、これまで銀塩カメラを使用してきたユーザは、デジタルスチルカメラの撮影画像を銀塩カメラで撮影した写真と比較し、「銀塩カメラライク」な画像を好む傾向にある。一方、これまで銀塩カメラの撮影画像や静止画画像から疎遠であり、テレビの画質に慣れ親しんだユーザは、テレビの画像とデジタルスチルカメラ撮影画像とを比較し、「テレビライク」な画質を好む傾向にある。

【0004】

このため、デジタルスチルカメラ各社は、機種ごとに絵作りを行い、想定されるターゲットユーザが満足すると思われる画質の設計を行っている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上述のように、デジタルスチルカメラのユーザ層が広がるにつれて画質の好みも多様化してきている。ところが、ユーザの画質の好みを満足するような画質を一つのデジタルスチルカメラで実現することは、現在の枠組みでは、かなり困難である。なぜなら、デジタルスチルカメラにおいては、撮影されたカラー画像は、まず、デジタルスチルカメラ各社の独自のノウハウに基づいてAWB補正（自動ホワイトバランス補正）、階調補正、彩度補正などが施され、その後、フラッシュメモリに記録される。

【0006】

そして、画像データをフラッシュメモリに記録するときの画像フォーマットと

しては一般に DCF に準拠したフォーマットが使用されるが、このフォーマットにおいては、標準的な色空間である sRGB 色空間が採用されている。この sRGB 色空間は、パーソナルコンピュータの CRT モニタの諧調特性や色域（色再現範囲）などの色特性を規定している。

【0007】

また、画像フォーマットとして、DCF でも採用されている JPEG フォーマットを拡張した JPEG 2000 や、人間が知覚可能な色再現範囲をより広くカバーできる色空間も検討されている。それらの中でも、実シーンの光の量をリニアなデータで保持できる scRGB 色空間（シーン参照色空間）や、そのデータを出力先あるいは表示デバイスに適するように色補正した色空間（アウトプット参照色空間）、例えば拡張 sRGB 色空間が国際標準化されようとしている。

【0008】

しかし、どの画像フォーマットにせよ、撮影したカラー画像は、DCF に準拠した画像フォーマットにより単一画像としてフラッシュメモリに記録・保存されるので、多彩なユーザの画質をすべて満足するように保存することはできない。

【0009】

また、別の問題として、撮影時における基本的な撮影条件の設定ミスにより、撮影された画像がいわゆる撮影失敗画像となってしまうことがある。例えば、蛍光灯照明下で自然光モードで撮影したためカラーバランスがくずれたり、露出不足だったりすることがある。しかし、デジタルスチルカメラのときには、銀塩カメラ画像と異なり、画像データがデジタルデータであることもあり、撮影後の修正ニーズが大きい。

【0010】

これらの問題の解決策として、パーソナルコンピュータにおいて市販の「画像補正・加工ソフト」を利用する方法がある。つまり、ユーザがデジタルスチルカメラだけではなくパーソナルコンピュータも所有していれば、こうしたソフトウェアを使用することによりデジタルスチルカメラで撮影した画像を補正することができ、適切な画像とすることができる。

【0011】

しかし、実際には、ユーザが補正に使用できる画像データは、デジタルスチルカメラ内でJ P E G圧縮などの処理の行われたデータであり、その画像データの持つ情報量は実際の撮影シーンの情報量よりも少ないので、必ずしもユーザ、特にハイエンドユーザが好む画質に十分に補正できないことがある。

【0012】

また、ローエンドユーザにとって、補正・加工ソフトにより撮影画像を自分の好みの画質に補正することは困難であり、めんどうでもある。このため、市販の補正・加工ソフトのほとんどには、「画質自動補正機能」が装備され、画質補正の知識がないユーザでも、簡単に画質の補正ができるようにされている。しかし、現状では、画像内容によっては補正効果にかなりのばらつきがあり、好みの画質とならない画像が多い。

【0013】

さらに、撮影後の補正を行う場合、現在のs R G Bフォーマットあるいはこれに準じたJ P E G-Y C Cフォーマットによる保存が問題となる。すなわち、s c R G B色空間およびs c Y C C色空間などのシーン参照色空間フォーマットによる画像の保存方法については、例えば特許願2001-343753により解決方法が提案されているが、現状では、これらシーン参照色空間フォーマット画像に対応した画像補正ソフトは皆無である。

【0014】

この発明は、以上のような点にかんがみ、ユーザが、撮影した画像を適切なあるいは好みの画像に補正できるようにするとともに、その補正をデジタルスチルカメラ内で実行できるようにするものである。

【0015】

【課題を解決するための手段】

この発明においては、例えば、

階調補正の実行されるべき画像の画像データを、標準色空間のフォーマットにより保持するメモリと、

階調補正回路と
を有し、

上記メモリからこれに保存されている上記画像データを読み出し、

この読み出した画像データに対して上記階調補正回路により上記階調補正を実行する

ようにしたデジタルスチルカメラ
とするものである。

したがって、画像はデジタルスチルカメラ内でユーザの好みの画像に補正される。

【0016】

【発明の実施の形態】

① 撮影時の信号処理

図1は、この発明を単板式のデジタルスチルカメラに適用した場合における撮影系の一例を示す。すなわち、被写体OBJの像が撮像レンズLNSによりCCDイメージセンサ11に投影され、このCCDイメージセンサ11からは16ビットリニアな3原色の画像データR1、G1、B1が取り出され、この画像データR1、G1、B1がデモザイク処理回路12に供給されてピクセルごとの画像データにデモザイク化され、その後、AWB処理回路13によりAWB処理が行われて画像データR'2、G'2、B'2とされる。

【0017】

次に、この画像データR'2、G'2、B'2がscRGBデータ作成回路14に供給され、16ビットリニアなscRGBフォーマットの画像データRscRGB、GscRGB、BscRGBとされ、この画像データRscRGB、GscRGB、BscRGBがRAM15にいったん保存される。そして、この保存された画像データRscRGB、GscRGB、BscRGBがガンマ補正回路16に供給されてガンマ補正されるとともに、8ビット×3色の画像データR、G、Bとされ、この画像データR、G、Bが、書き込み・読み出し回路19により不揮発性のメモリ手段、例えばフラッシュメモリ20に書き込まれて保存される。なお、このフラッシュメモリ20は、デジタルスチルカメラに対して着脱自在とされている。

【0018】

あるいは、ガンマ補正回路16からの画像データR、G、Bがマトリックス演

算回路 17 に供給されて Y C C フォーマットの画像データ、すなわち、輝度のデータ Y と、青および赤の色差データ Y_b、Y_r とに変換され、この画像データ Y、C_b、C_r が書き込み・読み出し回路 19 によりフラッシュメモリ 20 に書き込まれて保存される。

【0019】

なお、これら画像データ R、G、B あるいは Y、C_b、C_r は、従来のデジタルスチルカメラや「画像補正・加工ソフト」との互換をとるためにフラッシュメモリ 20 に保存されるものである。そして、この発明においては、さらに次のように構成される。

【0020】

すなわち、RAM 15 に保存されている画像データ R_{sc}RGB、G_{sc}RGB、B_{sc}RGB が、そのまま、つまり、16ビットリニアな画像データのまま書き込み・読み出し回路 19 によりフラッシュメモリ 20 に書き込まれて保存される。

【0021】

あるいは、その画像データ R_{sc}RGB、G_{sc}RGB、B_{sc}RGB が、s c Y C C / s c R G B 変換回路 18 に供給され、12ビットノンリニアな s c Y C C フォーマットの画像データ Y_{sc}YCC、C_b_{sc}YCC、C_r_{sc}YCC に変換され、この画像データ Y_{sc}YCC、C_b_{sc}YCC、C_r_{sc}YCC が書き込み・読み出し回路 19 によりフラッシュメモリ 20 に書き込まれて保存される。

【0022】

以上が、撮影時における信号処理である。

【0023】

② s c R G B フォーマットの画像データ作成回路 14 の例

s c R G B 作成回路 14 においては、AWB 補正後の画像データ R'2、G'2、B'2 が 16ビットリニアな s c R G B フォーマットの画像データ R_{sc}RGB、G_{sc}RGB、B_{sc}RGB に変換されるが、これは例えば以下のような処理により実現される。

【0024】

すなわち、

(1) まず、シーンの白レベル (100% 白レベル) を決定する。例えば、図 21 に

示す式 1 により、AWB 補正後の画像データ $R'2$ 、 $G'2$ 、 $B'2$ からピクセルごとに画像データ X_{raw} 、 Y_{raw} 、 Z_{raw} を算出する。

そして、画像の全ピクセルあるいは適当にサンプリングしたピクセルにおける画像データ Y_{raw} の平均値 Y_{raw_ave} を算出し、その平均値 Y_{raw_ave} の例えば 5 倍の値を白レベルに設定する。

【 0 0 2 5 】

(2) (1) 項において求めた白レベルにより、ピクセルごとの画像データ X_{raw} 、 Y_{raw} 、 Z_{raw} を、図 2 1 に示す式 2 にしたがって正規化し、正規化画像データ X_{raw_n} 、 Y_{raw_n} 、 Z_{raw_n} を得る。

【 0 0 2 6 】

(3) 図 2 1 に式 3 として示すように、(2) 項で求めた正規化画像データ X_{raw_n} 、 Y_{raw_n} 、 Z_{raw_n} に、行列 $M1$ の逆行列を積算し、ピクセルごとに画像データ $R'3$ 、 $G'3$ 、 $B'3$ を算出する。

【 0 0 2 7 】

(4) 図 2 1 に示す式 4 により、(3) 項で求めた画像データ $R'3$ 、 $G'3$ 、 $B'3$ からピクセルごとの 16 ビットリニアな $s c R G B$ フォーマットの画像データ R_{scRGB} 、 G_{scRGB} 、 B_{scRGB} を作成する。

この画像データ R_{scRGB} 、 G_{scRGB} 、 B_{scRGB} が目的とする $s c R G B$ フォーマットの画像データなので、 $s c R G B$ データ作成回路 1 4 から取り出して RAM 1 5 に保存する。

【 0 0 2 8 】

③ $s c Y C C / s c R G B$ 変換回路 1 8 の例

$s c Y C C / s c R G B$ 変換回路 1 8 においては、画像データ R_{scRGB} 、 G_{scRGB} 、 B_{scRGB} が、 $s c R G B$ フォーマットから $s c Y C C$ フォーマットに変換されるが、これは例えば以下のような処理により実現される。すなわち、

(1) 図 2 1 の式 5 および図 2 2 の式 6 により、16 ビットリニアな $s c R G B$ フォーマットの画像データ R_{scRGB} 、 G_{scRGB} 、 B_{scRGB} からノンリニアな $s c R G B$ フォーマットの画像データ R'_{scRGB} 、 G'_{scRGB} 、 B'_{scRGB} を算出する。

【 0 0 2 9 】

(2) 図22に示す式7および式8により、ノンリニアな s c R G B フォーマットの画像データ $R'scRGB$ 、 $G'scRGB$ 、 $B'scRGB$ を、s c Y C C フォーマットの画像データ $YscYCC$ 、 $CbscYCC$ 、 $CrscYCC$ に変換する。

そして、この画像データ $YscYCC$ 、 $CbscYCC$ 、 $CrscYCC$ が、目的とする s c Y C C フォーマットの画像データなので、書き込み・読み出し回路19によりフラッシュメモリ20に保存する。

【0030】

④ 撮影画像のモニタ時の信号処理

図2は、この発明を撮影画像を補正するための回路に適用した場合の一例を示す。すなわち、書き込み・読み出し回路19によりフラッシュメモリ20から s c R G B フォーマットの画像データ $RscRGB$ 、 $GscRGB$ 、 $BscRGB$ が読み出され、このデータ $RscRGB \sim BscRGB$ が R A M 1 5 に書き込まれる。あるいは書き込み・読み出し回路19によりフラッシュメモリ20から s c Y C C フォーマットの画像データ $YscYCC$ 、 $CbscYCC$ 、 $CrscYCC$ が読み出され、このデータ $YscYCC$ 、 $CbscYCC$ 、 $CrscYCC$ が s c Y C C / s c R G B 変換回路18に供給されて s c R G B フォーマットの画像データ $RscRGB$ 、 $GscRGB$ 、 $BscRGB$ に変換され、この画像データ $RscRGB$ 、 $GscRGB$ 、 $BscRGB$ が R A M 1 5 に書き込まれる。

【0031】

そして、R A M 1 5 に書き込まれた画像データ $RscRGB$ 、 $GscRGB$ 、 $BscRGB$ が モニタ表示処理回路31を通じてディスプレイ、例えば L C D 3 2 に供給され、カラー画像として表示される。

【0032】

この場合、フラッシュメモリ20に保存されている画像データは、撮影時に A W B 処理回路13によりホワイトバランスが自動調整されているが、A W B 微調整回路33が設けられ、この A W B 微調整回路33により R A M 1 5 の画像データが処理されて L C D 3 2 に表示されているカラー画像のホワイトバランスが微調整される。

【0033】

また、s c Y C C / s c R G B 変換回路18により、R A M 1 5 の画像データ

RscRGB、GscRGB、BscRGBが、12ビットノンリニアな s c Y C C フォーマットの画像データ YscYCC、C b scYCC、C r scYCCに変換され、R A M 3 4 に書き込まれる。そして、この R A M 3 4 の画像データ YscYCC、C b scYCC、C r scYCC が、階調補正回路 3 5 によりユーザの G U I 操作にしたがって補正され、その補正結果の画像データがモニタ表示処理回路 3 1 により R G B フォーマットの信号に変換されてから L C D 3 2 に供給され、カラー画像として表示される。

【 0 0 3 4 】

また、この階調補正回路 3 5 により階調補正された画像データが書き込み・読み出し回路 1 9 を通じてフラッシュメモリ 2 0 に書き込まれ、保存される。

【 0 0 3 5 】

⑤ A W B 微調整回路 3 3 の例

R A M 1 5 に書き込まれた s c R G B フォーマットの画像データ RscRGB、GscRGB、BscRGBは、デジタルスチルカメラ内に保存されている撮影時の白情報より、ホワイトバランスが微調整される。これは以下のような処理により実現される。

【 0 0 3 6 】

⑤- 1 撮影時の白色点から色温度を ΔT [K] 補正する場合 (図 3 参照)

⑤- 1- 1 撮影後、その場でホワイトバランスを微調整する場合

(1) 撮影時のデータから撮影シーンの白色点の色温度評価値 T_w [K] を得る。
そして、白色点色温度評価部 3 3 1 において、図 2 2 に示す式 9 により、その評価値 T_w [K] からホワイトバランス補正後の撮影シーンの白色点色温度評価値 T_w' [K] を算出する。

【 0 0 3 7 】

(2) 図 2 3 に示す式 1 0 により、(1)項で求めた白色点色温度情報 T_w' [K] から x y 色度値 x_d' 、 y_d' を算出する。この式 1 0 は、色温度が 4000 K から 7000 K でほぼ成立することが知られている。

【 0 0 3 8 】

(3) 図 2 3 に示す式 1 1 により、(2)項で求めた白色点の x y 色度値 x_d' 、 y_d' から X Y Z 三刺激値 X_w' 、 Y_w' 、 Z_w' を求める。

【0039】

(4) 図23に示す式12により、式1で使用したマトリクスM1の逆行列を使用して、補正後の白色点三刺激値 X_w' 、 Y_w' 、 Z_w' からsRGBモニタに表示する場合のリニアRGB値 R'_w 、 G'_w 、 B'_w を求める。

【0040】

(5) 一方、補正前の T_w [K] の白色点については、式10および式11より、そのXYZ三刺激値 X_w 、 Y_w 、 Z_w を求めることができる。

【0041】

(6) 式12を使用して、補正前のシーンの白色点をsRGBモニタに表示するときのリニアなRGB値 R_w 、 G_w 、 B_w を算出する。

【0042】

(7) ホワイトバランス調整係数算出部332において、図23に示す式13により、補正前後のリニアなRGB値 R_w 、 G_w 、 B_w および R'_w 、 G'_w 、 B'_w から、ホワイトバランス調整係数 k_r 、 k_g 、 k_b を求める。

【0043】

(8) ホワイトバランス調整演算部333において、図23に示す式14のように、RAM15から読み出したscRGBフォーマットの画像データRscRGB、GscRGB、BscRGBに、(7)項で求めたホワイトバランス調整係数 k_r 、 k_g 、 k_b を積算し、補正後のscRGBフォーマットの画像データRscRGB_W、GscRGB_W、BscRGB_Wを算出する。この算出した画像データRscRGB_W、GscRGB_W、BscRGB_Wを、微調整結果としてRAM15に書き戻す。

【0044】

⑤-1-2 フラッシュメモリ20に記録されている画像のホワイトバランスを微調整する場合

(1) あらかじめ撮影データ（データscRGBまたはscYCC）のヘッダ部に記録されている撮影時の白色点情報を読み込み、撮影時の白色点色温度 T_w [K] を得る。この情報より、ホワイトバランス補正のための補正係数 k_r 、 k_g 、 k_b を算出する。算出方法は、上述の⑤-1-1と同様である。

【0045】

(2) フラッシュメモリ 20 内の画像データが、16ビットリニアな s c R G B フォーマットの画像データ R s c R G B、G s c R G B、B s c R G B の場合は、⑤-1-1 の(6)項と同様の補正を行う。

【0046】

(3) フラッシュメモリ 20 内の画像データが、12ビットノンリニアな s c Y C C フォーマットの画像データ Y s c Y C C、C b s c Y C C、C r s c Y C C の場合は、その画像データ Y s c Y C C、C b s c Y C C、C r s c Y C C を s c Y C C / s c R G B 変換回路 18 により16ビットリニアな s c R G B フォーマットの画像データ R s c R G B、G s c R G B、B s c R G B に変換し、同様な補正を行う。

【0047】

以下に、その変換方法を詳述する。

(3)-1 フラッシュメモリ 20 から読み出した12ビットノンリニアな s c Y C C フォーマットの画像データ Y s c Y C C、C b s c Y C C、C r s c Y C C を、図 23 に示す式 15 および式 16 によりノンリニアな s c R G B フォーマットの画像データ R' s c R G B、G' s c R G B、B' s c R G B に変換する。

【0048】

(3)-2 図 24 に示す式 17 により、上記(3)-1により得た画像データ R' s c R G B、G' s c R G B、B' s c R G B を、リニアな s c R G B フォーマットの画像データ R' 3、G' 3、B' 3 に変換する。

【0049】

(3)-3 上記(3)-2により得た画像データ R' 3、G' 3、B' 3 を、式 4 により、16ビットリニアな s c R G B フォーマットの画像データ R s c R G B、G s c R G B、B s c R G B に変換する。

【0050】

⑤-2 モニタ表示処理回路 31 の例 (図 4 参照)

ホワイトバランス調整前および調整後の s c R G B フォーマットの画像データ R s c R G B、G s c R G B、B s c R G B は、モニタ表示処理回路 31 の s c R G B / R G B 変換処理部 331 において、R G B フォーマットの画像データに変換されて L C D 32 に供給され、カラー画像として表示される。以下、s c R G B フォーマッ

トからRGBフォーマットへの変換について詳述する。

【0051】

(1) 式5および式6にしたがって、16ビットリニアなscRGBフォーマットの画像データRscRGB、GscRGB、BscRGBを、ノンリニアなscRGBフォーマットの画像データR'scRGB、G'scRGB、B'scRGBに変換する。

【0052】

(2) 図25に示す式18により、(1)項により得た画像データを、8ビットノンリニアなRGBデータR、G、Bに変換する。

【0053】

(3) 上記(2)項により得た8ビットノンリニアな画像データR、G、Bを、LCD32に供給する。

【0054】

⑤-3 AWB微調整GUIの例

ここでは、AWB微調整のGUIの操作例を図5により説明する。すなわち、図5は、上述したデジタルスチルカメラの後面を示し、この後面には、LCD32、メニューボタン41、決定ボタン42、上下方向および左右方向のカーソルボタン43が配置されている。そして、

(1) ホワイトバランスの微調整を行う画像を選択してLCD32に表示する。

【0055】

(2) メニューボタン41、カーソルボタン42および決定ボタン43を操作して「ホワイトバランス微調整モード」を選択する。

【0056】

すると、例えば図5Aに示すように、(1)項で表示した画像に、「調整」、「高い」、「標準」、「低い」の文字がスーパーインポーズ表示される。これらの文字は、カーソルボタン42および決定ボタン43により選択できるものであるが、「調整」は、次に述べる補正をするためのものである。また、「高い」を選択すると、画像の白色点色温度が現在値よりも500～1000〔K〕程度高く補正され、「低い」を選択すると、500～1000〔K〕程度低く補正され、「標準」を選択すると、そのままとされる。

【0057】

(3) 「調整」を選択すると、図5Bに示すように、LCD32にはさらにスライダー44が表示され、カーソルボタン42を操作してスライダー44を左右方向に移動させると、例えば、スライダー44が1ピッチ移動するごとに画像の白色点色温度が100〔K〕程度高くあるいは低く補正される。

【0058】

⑥ 階調補正回路35の階調補正の手法の例（図2参照）

RAM34に保存された12ビットノンリニアなscYCCフォーマットの画像データYscYCC、Cb scYCC、Cr scYCCは、階調補正回路35において階調が補正されるが、以下に詳述するように、この階調の補正は、ユーザのGUI操作にしたがって行われる。

【0059】

⑥-1 自動階調補正

図6は、階調を補正する場合のGUIの操作例を示す。すなわち、

(1) 階調の調整を行う画像を選択してLCD32に表示する。

【0060】

(2) メニューボタン41、カーソルボタン42および決定ボタン43を操作して「階調調整モード」を選択する。

【0061】

すると、例えば図6Aに示すように、(1)項で表示した画像に、「調整」、「自動」、「TV」、「写真」の文字がスーパーインポーズ表示される。これらの文字は、カーソルボタン42および決定ボタン43により選択できるものであるが、「調整」は、ユーザが次に述べる補正を手動で実行するためのものである。また、「TV」を選択すると、テレビライクな画質に補正され、「写真」を選択すると、銀塩カメラライクな画質に補正される。

【0062】

(3) 「調整」を選択すると、図6Bに示すように、LCD32にはさらにスライダー45、46が表示され、カーソルボタン42を操作してスライダー45を左右方向に移動させると、スライダー45が1ピッチ移動するごとに画像の

明部のコントラストが1ステップずつ高くあるいは低く補正される。また、スライドバー46を左右方向に移動させると、スライドバー46が1ピッチ移動するごとに画像の暗部のコントラストが1ステップずつ高くあるいは低く補正される。

【0063】

(4) 上記(2)項で、「自動」を選択すると、階調の自動補正が実行される。この自動補正には、図6Cに示すように、一般的な自動補正をする「標準」、夜景向けの自動補正をする「夜景」、雪景色向けの自動補正をする「雪景色」があり、これらをユーザが選択することができる。

⑥-2 階調補正回路35の例

図7は、階調補正回路35の一例を示す。ここでは、この階調補正回路35の概略について説明し、各部の詳細については後述する。図7において、RAM34に保存された画像データYscYCC、Cb scYCC、Cr scYCCのうち、輝度データYscYCCが階調補正部351に供給され、階調が補正されて出力される。また、色差データCb scYCC、Cr scYCCが、彩度補正部352に供給され、彩度が補正されて出力される。なお、これら出力された画像データYscYCC、Cb scYCC、Cr scYCCは、上述のように、LCD32に供給されてカラー画像として表示されるとともに、フラッシュメモリ20に供給されて保存される。

【0064】

そして、このとき、輝度データYscYCCが輝度信号ヒストグラム演算部353、画像情報抽出部354および画像カテゴライズ部355に順に供給されて画像が例えば10種類のカテゴリのどれかに分類される。そして、この分類結果を使用して、白黒レベル補正カーブ作成部356、階調補正カーブ作成部357および階調補正パラメータ選択部367により、階調補正部351の階調の補正特性が決定される。また、上記の分類結果を使用して彩度補正カーブ作成部358および彩度補正パラメータ選択部368により、彩度補正部352の彩度の補正特性が決定される。なお、ROM369には、各種のパラメータや閾値が用意されている。そして、各部の処理内容は、以下に示すとおりである。

【0065】

⑥-3-1 輝度信号Yの累積ヒストグラム演算

輝度信号ヒストグラム演算部353には、RAM34から階調補正を行う画像の輝度データYscYCCが供給される。そして、輝度信号ヒストグラム演算部353は、図8に示すように、その輝度データYscYCCから輝度信号Yの累積ヒストグラムf(Y)を作成する。

【0066】

⑥-3-2 画像情報の抽出

輝度信号ヒストグラム演算部353により作成された輝度信号Yの累積ヒストグラムf(Y)が画像情報抽出部354に供給される。そして、この画像情報抽出部354は、図8に示すように、累積ヒストグラムf(Y)のデータが、そのデータ全体のp1%、p2%、・・・、pn%（例えば、5%、10%、・・・、95%）となるときの輝度信号Yの値Y1、Y2、・・・、Ynを算出する。なお、この値Y1～Ynは、画像の明るさを示すことになる。

【0067】

⑥-3-3 画像のカテゴリイズ

画像カテゴリイズ部355は、画像情報抽出部354の作成した画像情報Y1～Ynを使用して、画像を図9に示すように12種類のカテゴリに分類する。このため、画像のカテゴリイズ部355は、例えば図10に示すようなアルゴリズムによりカテゴリイズを行う。すなわち、

(1) 輝度信号情報値Y1を、あらかじめ設定した2つの閾値AveLim1、AveLim2と比較し、画像の明るさを、「明るい(Hi)」、「平均的(Ave)」、「暗い(Lo)」の3つのカテゴリに分類する。

【0068】

(2) 輝度信号情報値Y2、Y3から値R(=Y3-Y2)を算出し、この値Rをあらかじめ設定した2つの閾値RangeLim1、RangeLim2と比較して、画像の明るさの幅(レンジ)を、「狭い(Narrow)」、「中間(Mid)」、「広い(Wide)」の3つのカテゴリに分類する。したがって、(1)項の画像の明るさの分類と合わせて、画像は3カテゴリ×3カテゴリの計9カテゴリのどれかに分類されることになる。

【0069】

(3) さらに、明るさの幅が「広い(Wide)」に分類された3つのカテゴリ（明るい、平均、暗い）の画像から、図9の右側に示すように、画像のヒストグラムの形状が「U字形」となる画像を抽出する。この抽出処理は、画像の輝度信号値Y4、Y5、および累積ヒストグラムの暗部と明部の傾き値S1、S2を、あらかじめ設定した閾値U-Lim1、U-Lim2、Slp1、Slp2と比較することにより行う。

【0070】

(4) 以上により、ユーザの補正したい画像は、U字形ヒストグラムを含む10カテゴリのどれか1つに分類される。

【0071】

(5) 撮影時に、ユーザが、夜景モード、雪景色モードなどのモード選択をしている場合には、その撮影情報により、あるいは画像補正時のGUI入力（図7参照）がある場合には、そのGUI入力により、図9の右側に示すように、「夜景」、「雪景色」の2つのカテゴリを追加し、計12のカテゴリ分類を行う。

【0072】

⑥-3-4 白黒レベル補正

⑥-3-4-1 一般的な白黒レベル補正

画像カテゴリ部355によりカテゴリ分類された画像の画像データは、図7に示すように、白黒補正カーブ作成部356に供給される。この白黒補正カーブ作成部356は、主として撮影時の露出状態により生じる不十分なコントラストを高めるためのものであり、このため、例えば図11に示すように構成され、図12に示すようにS字特性を有する。

【0073】

このS字特性の生成には、画像の黒レベルの輝度値Yminが0に近づき、画像の白レベルの輝度値Ymaxが1.0に近づくことを意図して、輝度値Yminと輝度値Ymaxとを直線で結んだ折れ線に近似した変局点x0および曲率rrをパラメタとする式19（図25参照）の関数を使用する。輝度値Ymin、Ymaxは、通常はヒストグラム分布の両端に相当する点として、それぞれ累積ヒストグラム値から適当に決めた値をとる輝度信号値Yから決定する。ただし、黒側のレベルYminは過補正を防ぐため適当な閾値YTHを設定し、制限する。

【0074】

⑥-3-4-2 「夜景」、「雪景色」の白黒レベル補正

⑥-3-3で説明したように、「夜景」モードおよび「雪景色」モードに対しては、累積ヒストグラムのみから判定されるカテゴリーの場合とは異なる補正効果を与える必要があるので、白黒レベルの補正についても、ユーザシーン選択補正部（図11参照）において特別な処理を行う。なお、「夜景」モードおよび「雪景色」モードの情報は、ユーザGUIによる情報（図7参照）、あるいは画像ファイルのヘッダ情報から得る。以下に、その処理内容を、図13を用いて説明する。

【0075】

⑥-3-4-2-1 カテゴリー「夜景」に対する白補正

夜景のヒストグラムは階調が低い方に偏っている特徴があるが、その一方、街灯などの面積は比較的小さいが高輝度の物体が含まれている場合が多い。そして、その場合は、図9の夜景のヒストグラムに示すように、階調の最大値付近に一定量の画素が分布する。このため、通常 of 白黒レベル補正における輝度値 Y_{max} の決定手法では、白側の補正効果が十分には得られない。

【0076】

そこで、このような高輝度部に効果な補正を施すため、夜景用の白補正レベルを、通常手法により設定される輝度値 Y_{max} より若干小さな値に設定する。この設定により、発光体、例えば街灯など高輝度の部分も、より明るい方向へシフトするので、輝きを強調するような効果を与えることができる。

【0077】

また、上記の設定をしないときには、累積ヒストグラムから検出した輝度値が低くなるので、白（1.0）へ近づけるための補正量が大きくなりすぎるが、上記の設定をする場合には、検出した輝度値と、白（1.0）との中間点を白補正レベル Y_{max} として使用するので、補正量が大きくなり過ぎることが防止されるとともに、もともと夜景のシーンが持つ暗さを損なうことがない。

【0078】

⑥-3-4-2-2 カテゴリー「夜景」に対する黒補正

夜景は階調が低い範囲に分布しているため、通常手法による黒レベル Y_{min} の値を用いても黒補正自体の効果は現れにくい。また、必ずしも必要ではない。しかし、白側の補正量によっては、シャドー部の階調もその影響で逆に僅かに高くなる場合が想定される。そして、夜景のように広い面積でシャドー部の階調を高くすることは、現状のデジタルスチルカメラの撮像特性では、ノイズが強調されるため好ましくない。

【0079】

したがって、夜景に対しては、このようなノイズの強調を確実に抑え、さらには、夜景の暗さを積極的に強調するため、黒補正レベル Y_{min} を通常手法による値 Y_{min} よりも低い値に固定し、シャドー部のより低階調の部分を確実に暗くするような効果を与える。

【0080】

⑥-3-4-2-3 カテゴリ「雪景色」に対する黒補正

雪景色では、夜景と反対に、階調が高い範囲に分布しているので、白補正自体の効果は現れにくい。しかし、黒側の補正量によっては、その影響で明部の階調も下がることにより、明部に汚れのような不自然な黒さや擬色が発生するなど好ましくない結果が想定される。

【0081】

したがって、雪景色に対しては、通常手法による黒レベル値 Y_{min} と黒 (0) との間の適当な値を黒補正レベル Y_{min} とし、黒補正の効果を抑える。この黒補正によりコントラストが強調されても、雪景色の特徴的な白さが損なわれない効果もある。

【0082】

⑥-3-5 階調補正パラメータ選択部 367 と階調補正

ここでの階調補正は、上述の白レベルや黒レベルの補正が意図するところと同様、主に露出が適正ではなかったため、階調が潰れているレンジのコントラストを相対的に向上させること、および白黒レベル補正による過度な効果をカテゴリーに応じた程度で戻すことを目的とするものである。そして、この階調補正のため、例えば図 14 に示すような逆 S 字カーブを適用するもので、この逆 S 字カー

ブの生成には、変局点 x_0 と曲率 r_r をパラメータとする式 2 0 (図 2 5 参照) の関数を使用する。

【 0 0 8 3 】

このため、図 7 の ROM 3 6 9 には、例えば図 1 5 に示すように、全 12 カテゴリに対する変局点 x_0 および曲率 r_r のパラメータと、後述する彩度のためのパラメータ k_c のテーブルが用意される。なお、パラメータ x_0 は、0.4~0.8 の値をとり、パラメータ r_r は、1.0 から 10 の値をとる。

【 0 0 8 4 】

そして、階調補正パラメータ選択部 3 6 7 は、図 1 6 に示すように、画像カテゴリー部 3 5 5 から出力される画像のカテゴリ情報により、図 1 5 に示すテーブルを参照して対応するパラメータを選択し、階調補正カーブ作成部 3 5 7 が、階調補正パラメータ選択部 3 6 7 の選択したパラメータにより、図 1 4 に示すような階調補正逆 S 字カーブを作成する。

【 0 0 8 5 】

さらに、階調補正パラメータ選択部 3 6 7 は、この階調補正逆 S 字カーブと、白黒レベル補正カーブ作成部 3 5 6 の作成した白黒レベルの補正 S 字カーブ (図 1 2) とを組み合わ、輝度信号値の補正変換テーブルを作成する。そして、階調補正部 3 5 1 は、階調補正パラメータ選択部 3 6 7 の作成した補正変換テーブルを使用して、RAM 3 4 から読み出される輝度の画像データを、図 1 4 に示すように、値 Y_{in} から値 Y_{out} に変換して出力する。

【 0 0 8 6 】

⑥-3-6 彩度補正

YCC 色空間では、上記のように輝度信号チャンネルにおける階調補正を行うと、中~高彩度部の彩度が失われる場合がある。このため、階調補正と同時に彩度を維持するための補正処理を行う。この彩度補正は、色差データ C_b 、 C_r によるクロマ値 C に対して行うもので、基本的には、図 2 5 に示す式 2 1 を使用し、色差データ C_b 、 C_r に対する利得係数 k_c を制御して彩度を強調する。

【 0 0 8 7 】

このため、図 7 の ROM 3 6 9 には、例えば図 1 5 に示すように、全 12 カテゴリ

りに対する利得係数 k_c のパラメータのテーブルが用意される。なお、このパラメータ k_c は、1.0~2.0の値をとる。

【0088】

そして、彩度補正パラメタ選択部368は、図17に示すように、画像カテゴリズ部355から出力される画像のカテゴリ情報により、図15に示すテーブルから対応するパラメタ k_c を選択し、彩度補正カーブ作成部358が、彩度補正パラメタ選択部368の選択したパラメタにより、式21による直線をベースとして図18に実線により示すよう補正カーブを作成する。

【0089】

この場合、ほとんど無彩色な低彩度部が着色されることを避けるため、図18の補正カーブには適当な閾値を設定し、式19のようなS字関数を使用して彩度抑制を行う。また、高彩度部は、彩度強調により増幅した値がクリップしないようにするため、エルミート曲線を使用する。この彩度補正カーブにより、彩度データ C_b 、 C_r の補正変換テーブルを作成する。

【0090】

そして、彩度補正部352は、彩度補正カーブ作成部358により生成された彩度補正テーブルを使用し、RAM34から読み出された彩度データ C_b 、 C_r を補正し、出力する。

【0091】

⑥-4 ユーザ選択による階調補正と彩度補正

ここでは、図6に示すようなGUI操作において、ユーザが「TV」の補正モードあるいは「写真」の補正モードを選択した場合について説明する。

【0092】

これらのモードにおいても、図19および図20に示すように、⑥-1の自動階調補正の場合と同様、S字カーブによる白黒レベル補正、逆S字カーブによる階調補正、彩度強調補正を行う。なお、これらの補正は、通常の自動補正時の補正量をベースとし、S字カーブによる白黒レベル補正量、利得係数を使用しての彩度補正量を微調整した補正とする。

【0093】

⑥-4-1 「TV」の画質補正

テレビ画像（あるいはCRTモニタの画像）は、一般に、画像の平均輝度が高く、ハイコントラスト（十分な黒レベル、十分な白レベル）、高彩度である。したがって、「TV」の画質補正を行ってテレビライクな画像を得る場合には、これらの点に留意した補正を行うこととする。

【0094】

⑥-4-1-1 白黒レベル補正

⑥-3-4-1の「自動」における白黒レベル補正と比較し、黒レベル補正を抑制する。このため、このモードによる黒レベル Y_{min_TV} を、通常の自動補正による黒レベル Y_{min} から、図25に示す式2.2により設定する。なお、値 BK_{tv} は、0.7~1.0とする。また、このモードにおける白レベル Y_{max_TV} は、通常の自動補正により決定される白レベル Y_{max} を使用し、図26に示す式2.3により設定する。なお、値 W_{tv} は、0.8~1.0とする。

【0095】

これらの処理を行った後、「自動」の補正における白黒レベル補正カーブの作成手法（図12）と同様、黒レベル Y_{min_TV} と白レベル Y_{max_TV} とを直線で結んだ折れ線に近似したS字関数（式1.9）のパラメタ変局点 x_0 と曲率 r_r をS字パラメタ算出部（図19参照）により求める。

【0096】

以上により、補正後の画像は、平均輝度が高く、ハイコントラストな画像となる。

【0097】

⑥-4-1-2 階調補正

⑥-3-5の「自動」における階調補正と同様、画像のカテゴリ化情報による逆S字カーブを作成して⑥-4-1-1により求めた白黒レベル補正カーブと組み合わせ、この組み合わせ結果の補正カーブにより輝度データ Y を補正する。

【0098】

⑥-4-1-3 彩度補正

⑥-3-6の「自動」における彩度補正の場合の画像のカテゴリ化情報によ

る補正よりも、さらに彩度強調する。このため、図26に示す式24により、画像カテゴリー情報により設定される利得係数 k_c から彩度補正用の利得係数 k_{c_TV} を求める。なお、値 G_{tv} は、1.0~1.2とする。

【0099】

以上のような処理を、図20における彩度補正カーブ作成部358のユーザ選択補正部において実行し、その後、「自動」の補正における彩度補正カーブ作成手法と同様の処理により、補正カーブを作成する。

【0100】

⑥-4-2 「写真」の画質補正

写真の画質は、一般に、ハイコントラストであるが、テレビ画像と比較すると、その平均輝度は低い。したがって、「写真」の補正を行って銀塩カメラライクな画質を得る場合には、この点に留意した補正を行う。

【0101】

⑥-4-2-1 白黒レベル補正

黒レベルは、⑥-3-4-1の「自動」における白黒レベル補正と同様であり、図26に示す式25により、「自動」により決定される白レベル Y_{max} を使用して白レベル Y_{max_Pic} を設定する。なお、値 W_{pic} は、0.8~1.0とする。

【0102】

以上の処理を行った後、「自動」の補正における白黒レベル補正カーブの作成手法（図12）と同様、黒レベル Y_{min} と白レベル Y_{max_Pic} とを直線で結んだ折れ線に近似したS字関数（式19）のパラメタ変局点 x_0 と曲率 r_r をS字パラメタ算出部（図19参照）により求める。

【0103】

以上により、補正後の画像は、ハイコントラストで、かつ、中間調を保持した画像となる。

【0104】

⑥-4-2-2 階調補正

これは、⑥-4-1-2における「TV」の階調処理と同じである。

【0105】

⑥-4-2-3 彩度補正

基本的には、⑥-4-1-3と同じであり、⑥-3-6の「自動」における彩度補正の場合の画像のカテゴリズ情報による補正よりも、さらに彩度強調する。このため、図26に示す式26により、画像カテゴリズ情報により設定される利得係数 k_c から彩度補正用の利得係数 k_{c_Pic} を求める。なお、値 G_{pic} は、1.0~1.2とする。

【0106】

以上のような処理を、図20における彩度補正カーブ作成部358のユーザ選択補正部において実行し、その後、「自動」の補正における彩度補正カーブ作成手法と同様の処理により、補正カーブを作成する。

【0107】

⑥-4-3 ユーザによる階調調整モード

図6に示すGUI操作において、ユーザが「調整」を選択した場合、図6Bに示すように、ユーザは、画像の明部コントラストおよび暗部コントラストの調整ができるようにする。

【0108】

⑥-4-3-1 白黒レベル補正

図6Bに示すように、画像の黒レベル値 Y_{min_User} を、暗部コントラストの調整スライダー46にしたがって補正する。この場合、その黒レベル Y_{min_User} は、⑥-3-4-1の「自動」の白黒レベル補正における黒レベル Y_{min} から、図26に示す式27により設定する。なお、値 B_{Kuser} は、0.85~1.15をとり、スライダー46により、0.85（暗部コントラストが最小）から0.05ステップで1.15（暗部コントラストが最大）まで補正が可能とされる。

【0109】

また、画像の白レベル Y_{max_User} を、明部コントラストの調整スライダー45にしたがって補正する。この場合、その白レベル Y_{max_User} は、⑥-3-4-1の「自動」の白黒レベル補正における白レベル Y_{max} から、図26に示す式28により設定する。なお、値 W_{user} は、0.85~1.15の値をとり（ただし、 Y_{max_User} が1.0を超えた場合は、 $Y_{max_User}=1.0$ とする）、スライダー45により

、0.85（明部コントラストが最大）から0.05ステップで1.15（明部コントラストが最小）まで補正が可能とされる。

【0110】

以上の処理を行った後、「自動」の補正における白黒レベル補正カーブの作成手法（図12）と同様、黒レベル Y_{min_User} と白レベル Y_{max_User} とを直線で結んだ折れ線に近似したS字関数（式19）のパラメタ変局点 x_0 と曲率 r_r をS字パラメタ算出部（図19参照）により求める。

【0111】

⑥-4-3-2 階調補正

これは、⑥-4-1-2における階調処理と同じである。

【0112】

⑥-4-3-3 彩度補正

⑥-4-3-1における白黒レベル補正量に対応して彩度補正量を決定する。このため、図26に示す式29により、画像カテゴライズ情報により設定される利得係数 k_c からユーザによる彩度補正の利得係数 k_{c_User} を求める。なお、値 G_{user} は、0.85～1.15をとり、白黒レベル補正の明部と暗部のスライドバー45、46の調整にしたがって変化する値 B_{Kuser} 、 W_{user} により、図26に示す式30のように決定する。

【0113】

以上のような処理を、図20における彩度補正カーブ作成部358のユーザ選択補正部において実行し、その後、「自動」の補正における彩度補正カーブ作成手法と同様の処理により、補正カーブを作成する。

【0114】

⑥-5 階調補正後画像のモニタリング（図4参照）

上述の各補正処理における画像は、モニタ表示処理回路31における YC_bCr/RGB 変換回路332により8ビットノンリニアな RGB フォーマットの信号に変換されてLCD32に供給され、画像として表示される。この YC_bCr/RGB 変換回路における変換は、図26に示す式31のマトリクス演算により行われる。ただし、 $M3^{-1}$ は、式7において使用したマトリクスの逆行列である

【0115】

⑦ 上記デジタルスチルカメラの特長

(1) シーン参照色空間フォーマットの画像データ、上述においては、16ビットリニアな s c R G B フォーマットの画像データを保存する R A M 1 5 を、デジタルスチルカメラ内に設けているので、パーソナルコンピュータや「画像補正・加工ソフト」を用意しなくても、ユーザは、撮影後にその場でデジタルスチルカメラだけで、画像のホワイトバランスを調整することができる。

【0116】

(2) 同様に、ユーザは、撮影後にその場でデジタルスチルカメラだけで、画像の階調および彩度の補正を行うことができる。

【0117】

(3) R A M 1 5 を設けているので、他のデジタルスチルカメラで撮影した画像であっても、その画像データをフラッシュメモリ 2 0 にコピーしておくことにより、ホワイトバランスを調整することができる。

【0118】

(4) 同様に、他のデジタルスチルカメラで撮影した画像であっても、その画像データをフラッシュメモリ 2 0 にコピーしておくことにより、画像の階調および彩度の補正を行うことができる。

【0119】

(5) 撮影した画像の階調および彩度を自動補正するとき、画像の統計的解析に基づいて補正しているので、各種の撮影画像について高い確率で画質を改善することができる。

【0120】

(6) 階調補正をする場合、S 字関数と逆 S 字関数との組み合わせによる補正カーブを用いているので、画像の明部および暗部の各々における補正をある程度独立に行うことができる。

【0121】

(7) 撮影画像の階調や彩度を補正するとき、そのためのノウハウを十分に持って

いないローエンドユーザであっても、簡単なGUI操作により、自動的に補正をすることができ、撮影に失敗した画像を救うことができる。

【0122】

(8) 撮影画像の階調や彩度の補正について、ある程度のノウハウを持っているハイエンドユーザにおいても、GUI操作により、簡単に好みの補正を行うことができる。

【0123】

(9) 簡単なGUI操作により、ユーザの好みに合わせて、テレビライクな補正や銀塩カメラライクな補正を行うことができる。

【0124】

⑧ その他

上述のデジタルスチルカメラにおいて、CCDイメージセンサ11が3原色に対応した3枚のCCDイメージセンサのときには、デモザイク処理回路12は不要である。また、フラッシュメモリ20はメモリスティック（登録商標）などの着脱自在なメモリカードとすることができる。さらに、フラッシュメモリ20に保存した画像データを、USBなどを通じて外部機器、例えばパーソナルコンピュータやプリンタに出力することもできる。

【0125】

〔この明細書で使用している略語の一覧〕

AWB	: Auto White Balance
CCD	: Charge Coupled Device
CRT	: Cathode Ray Tube
DCF	: Design rule for Camera File Format
GUI	: Graphical User Interface
JPEG	: Joint Photographic Experts Group
LCD	: Liquid Crystal Display
RAM	: Random Access Memory
ROM	: Read Only Memory
sRGB	: relative SCene RGB color space

TV : TeleVision

USB : Universal Serial Bus

【0126】

【発明の効果】

この発明によれば、デジタルスチルカメラ内に、シーン参照色空間フォーマットの画像データを保存するメモリを設けているので、ユーザは、撮影後にその場でデジタルスチルカメラだけで、撮影画像のホワイトバランス、階調および彩度を調整あるいは補正することができる。また、他のデジタルスチルカメラで撮影した画像であっても、そのホワイトバランス、階調および彩度の補正を行うことができる。

【0127】

さらに、画像の統計的解析に基づいて階調および彩度を自動的に補正しているので、各種の撮影画像について高い確率で画質を改善することができる。また、階調補正には、S字関数と逆S字関数との組み合わせによる補正カーブを用いているので、画像の明部および暗部の各々における補正をある程度独立に行うことができる。

【0128】

また、階調や彩度の補正についてのノウハウを十分に持っていないローエンドユーザであっても、簡単なGUI操作により、自動的に階調や彩度補正をすることができ、撮影に失敗した画像を救うことができる。さらに、階調や彩度の補正について、ある程度のノウハウを持っているハイエンドユーザにおいても、GUI操作により、好みの補正を行うことができる。しかも、簡単なGUI操作により、ユーザの好みに合わせて、テレビライクな補正や銀塩カメラライクな補正を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

この発明における撮影系の一形態を示す系統図である。

【図2】

この発明におけるモニタ系の一形態を示す系統図である。

【図 3】

モニタ系の要部の一形態を示す系統図である。

【図 4】

モニタ系の要部の一形態を示す系統図である。

【図 5】

モニタ系の G U I 操作の例を説明するための図である。

【図 6】

モニタ系の G U I 操作の例を説明するための図である。

【図 7】

モニタ系の要部の一形態を示す系統図である。

【図 8】

モニタ系の要部の特性を示す特性図である。

【図 9】

撮影画像のカテゴリ分類を説明するための図である。

【図 10】

モニタ系の要部のアルゴリズムを示す図である。

【図 11】

モニタ系の要部のアルゴリズムを示す図である。

【図 12】

モニタ系の要部の特性を示す特性図である。

【図 13】

モニタ系の要部の特性を示す特性図である。

【図 14】

モニタ系の要部の特性を示す特性図である。

【図 15】

モニタ系のパラメータを示す図である。

【図 16】

モニタ系の要部のアルゴリズムを示す図である。

【図 17】

モニタ系の要部のアルゴリズムを示す図である。

【図 18】

モニタ系の要部の特性を示す特性図である。

【図 19】

モニタ系の要部のアルゴリズムを示す図である。

【図 20】

モニタ系の要部のアルゴリズムを示す図である。

【図 21】

数式を示す図である。

【図 22】

数式を示す図である。

【図 23】

数式を示す図である。

【図 24】

数式を示す図である。

【図 25】

数式を示す図である。

【図 26】

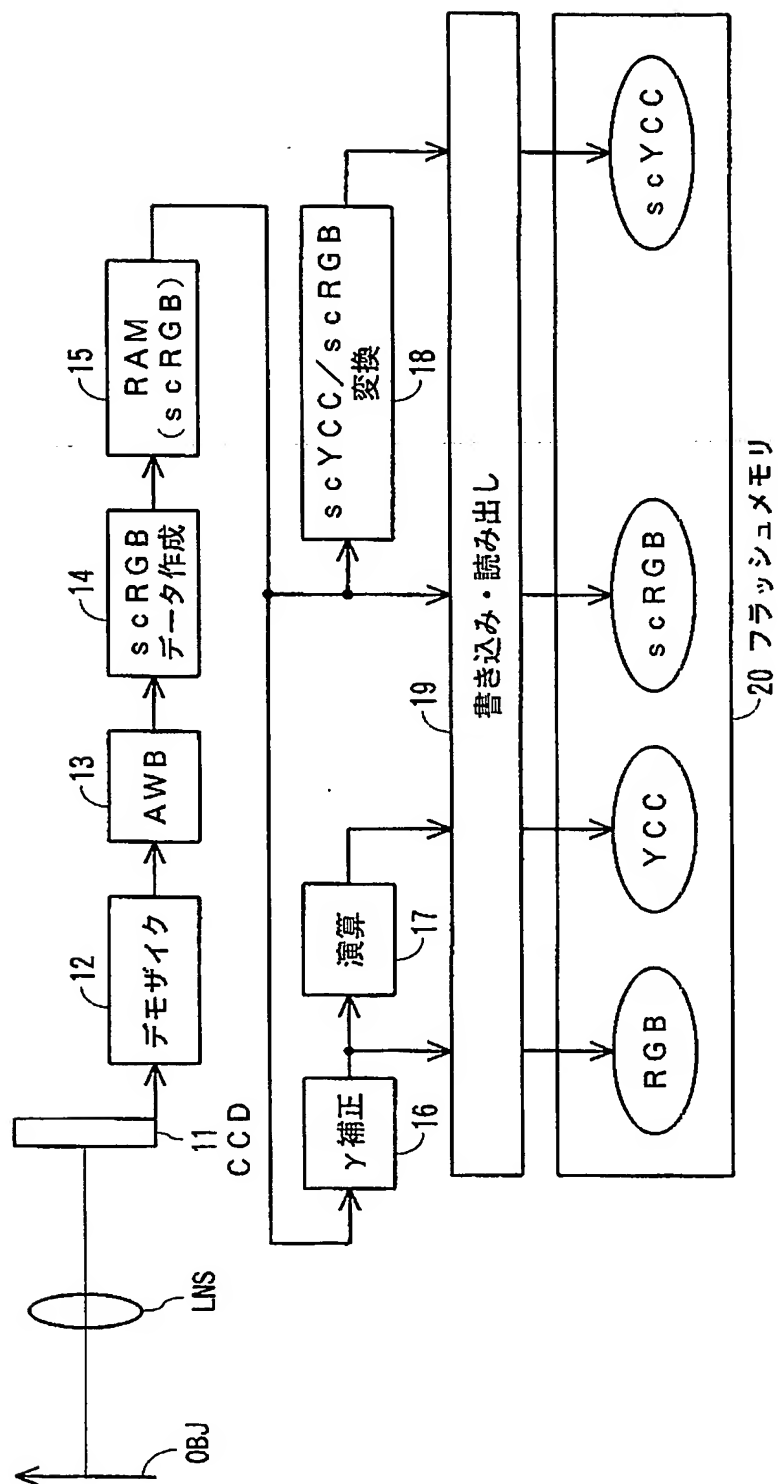
数式を示す図である。

【符号の説明】

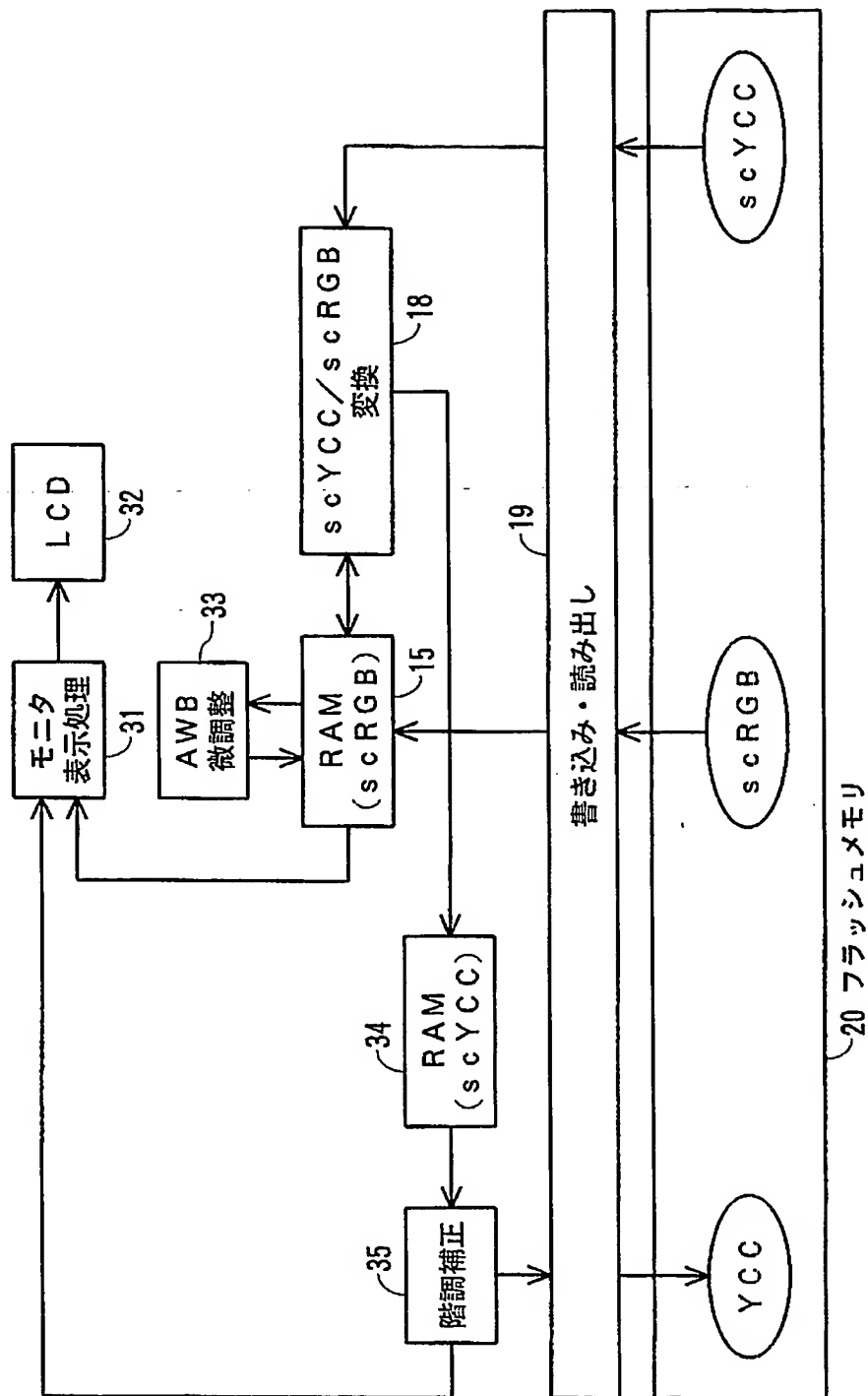
11…CCDイメージセンサ、13…AWB回路、14…scRGBデータ作成回路、15…シーン参照色空間フォーマット撮影データ用RAM、18…scYCC/scRGB変換回路、20…フラッシュメモリ、31…モニタ表示処理回路、32…LCD、33…AWB微調整回路、34…シーン参照色空間フォーマット画像データ用RAM、35…階調補正回路

【書類名】 図面

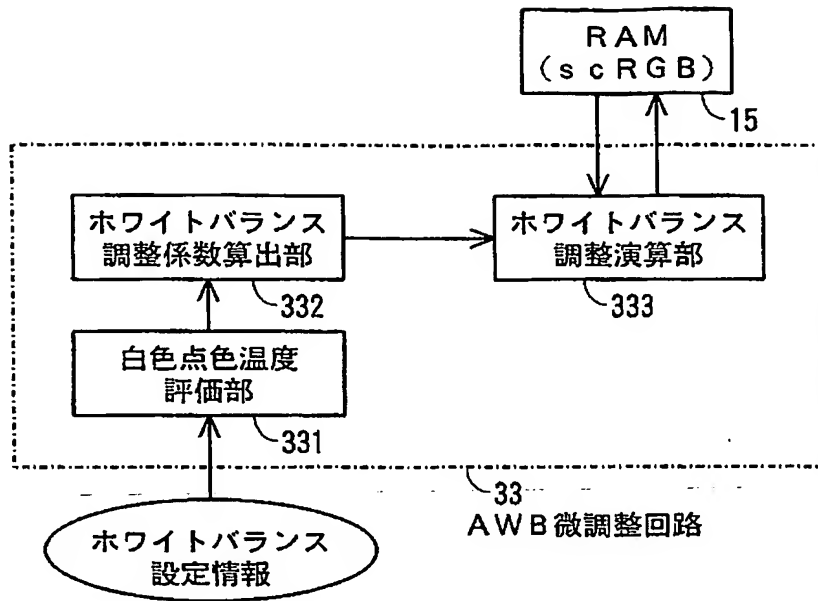
【図1】



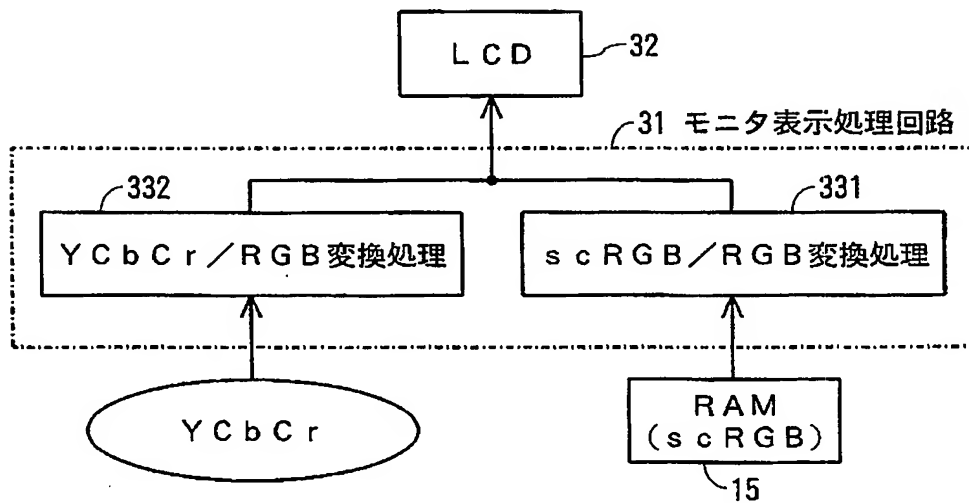
【図 2】



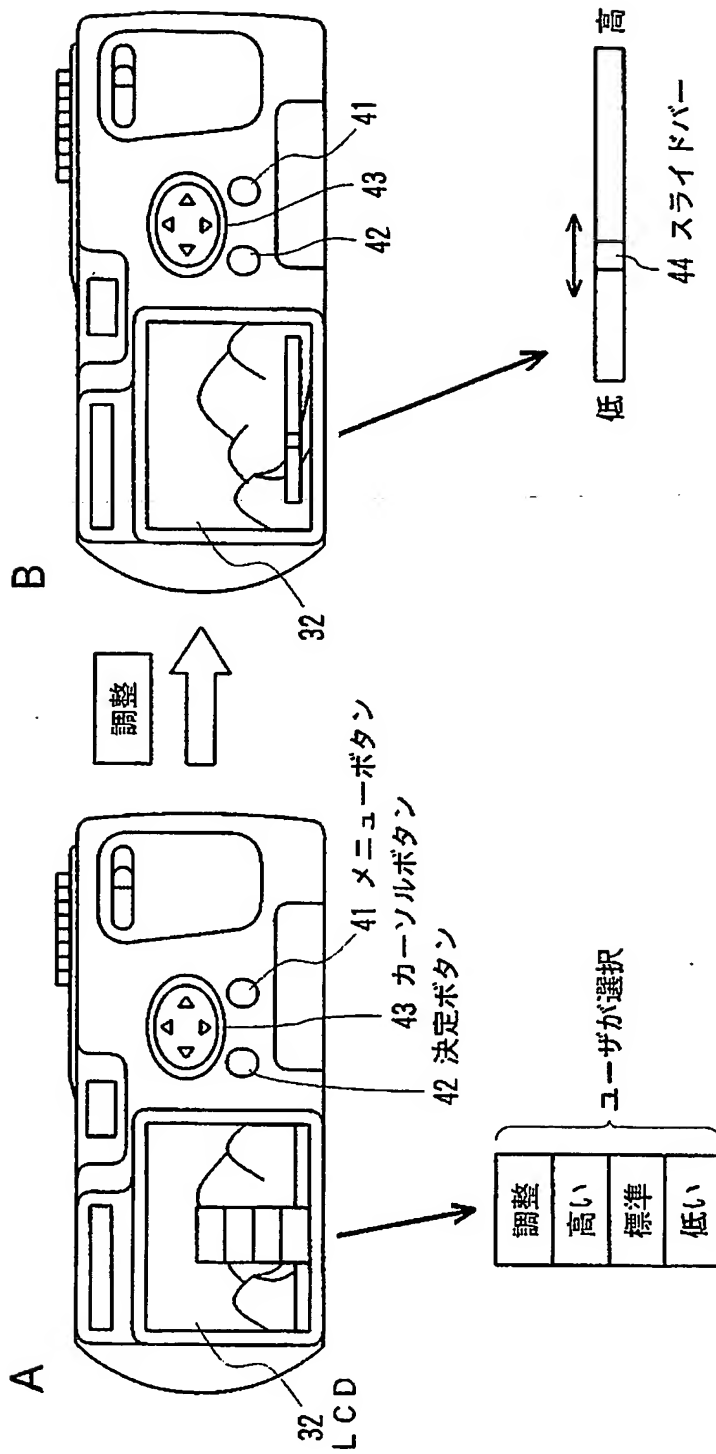
【図 3】



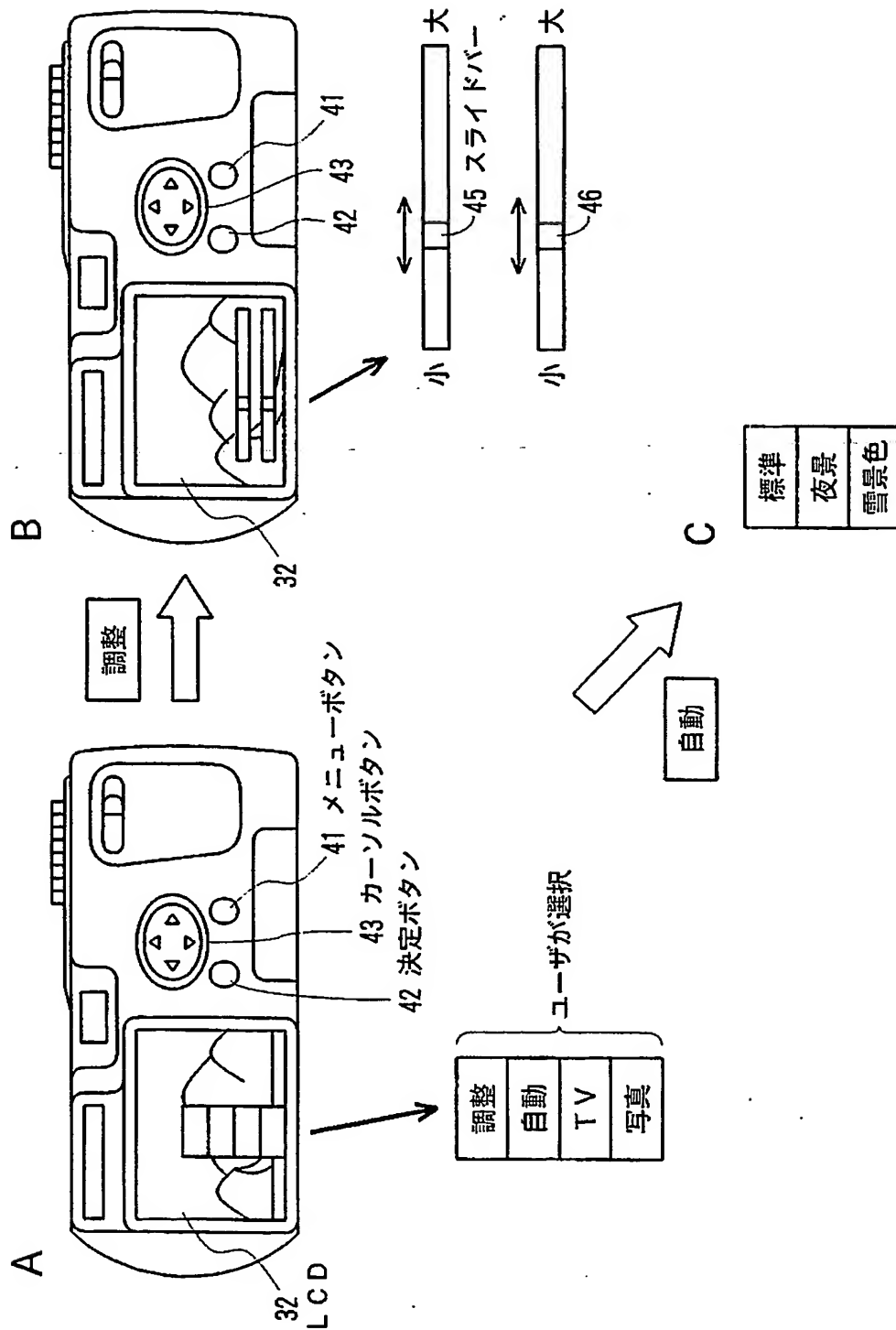
【図 4】



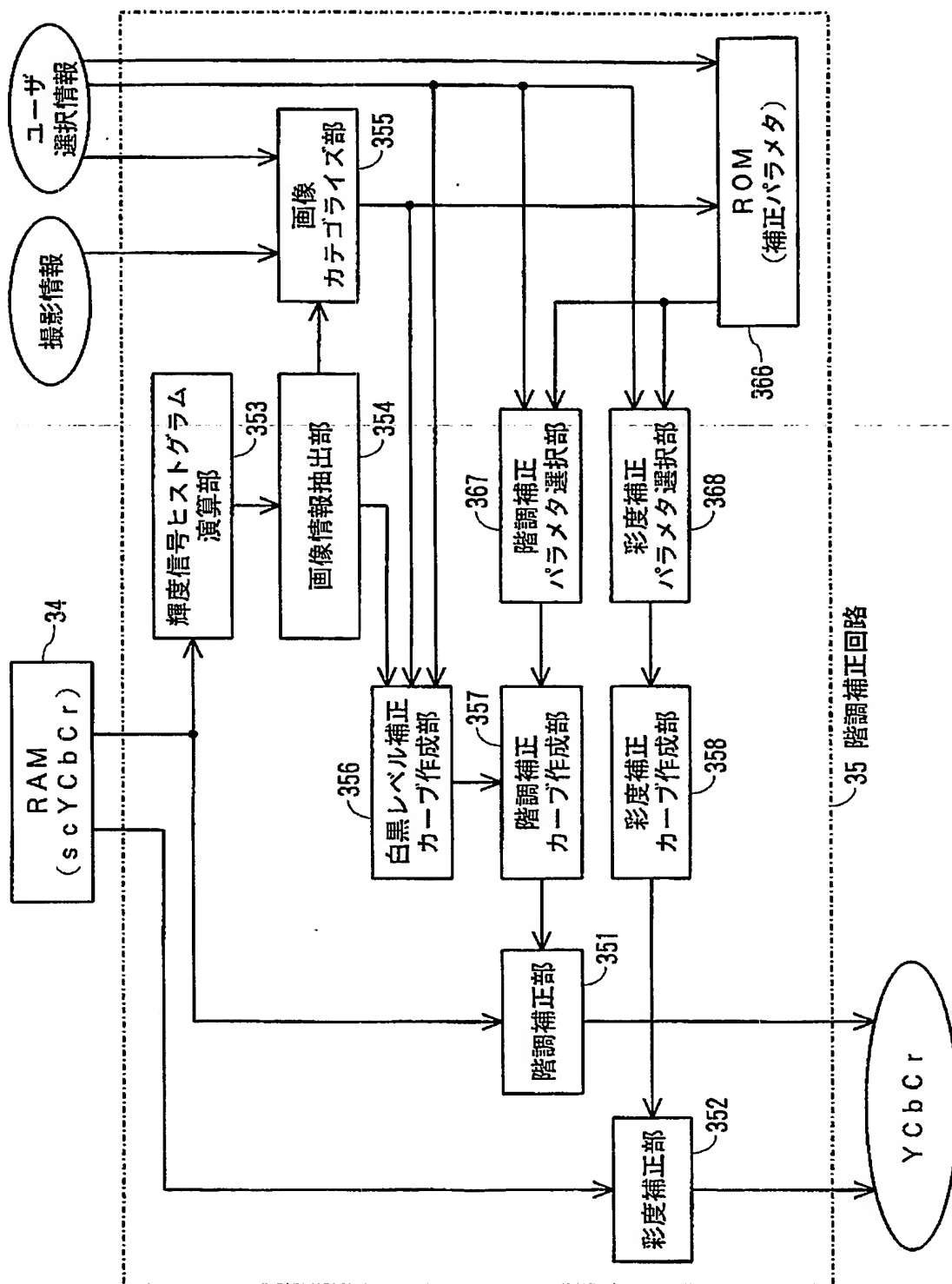
【図 5】



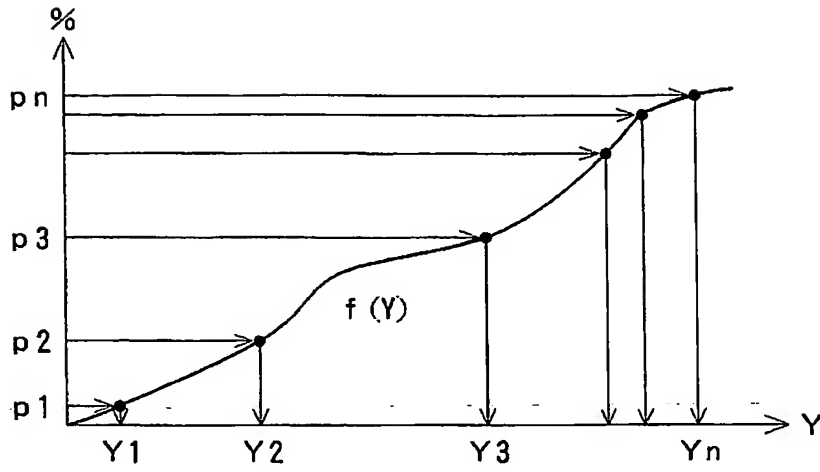
【図 6】



【図 7】



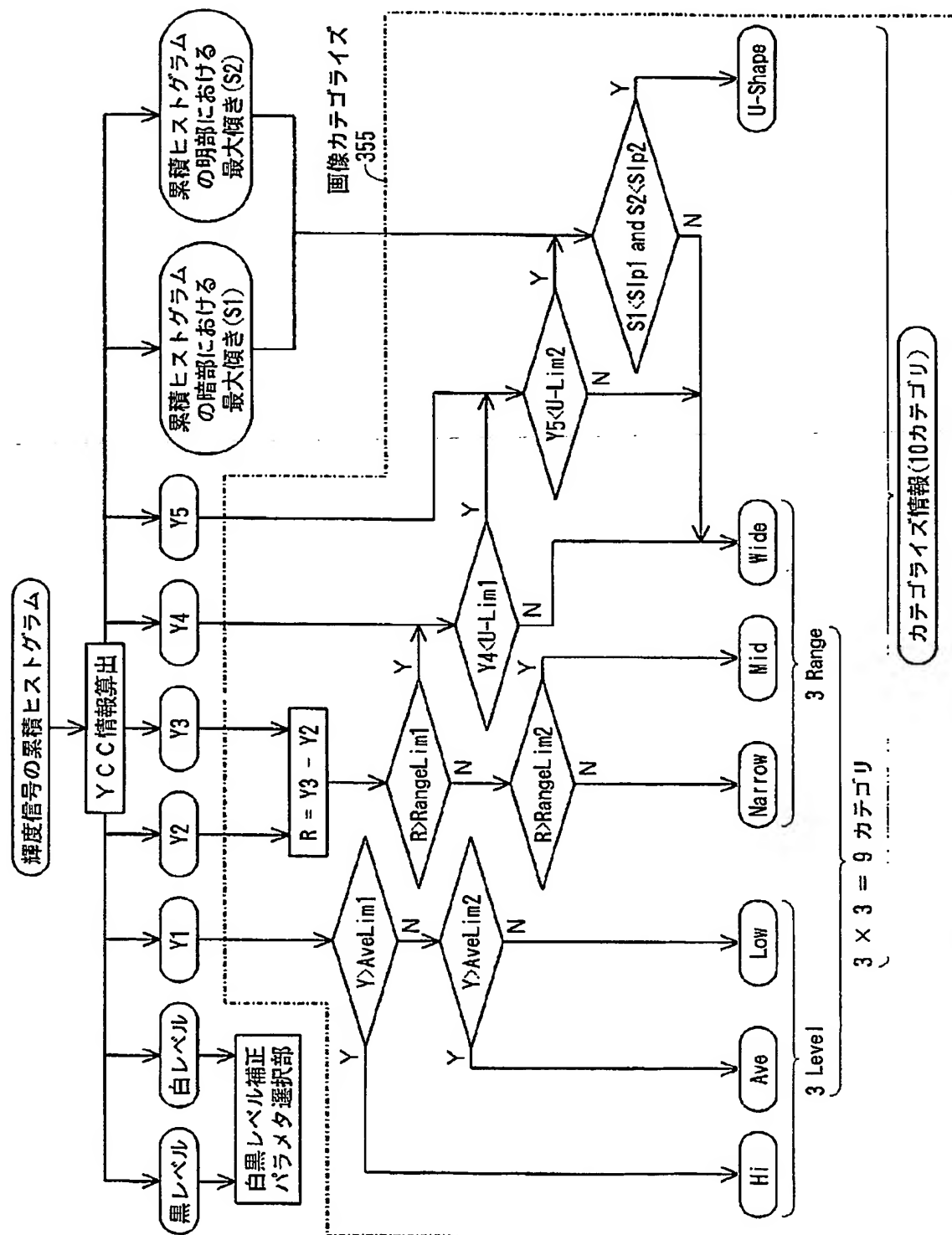
【図 8】



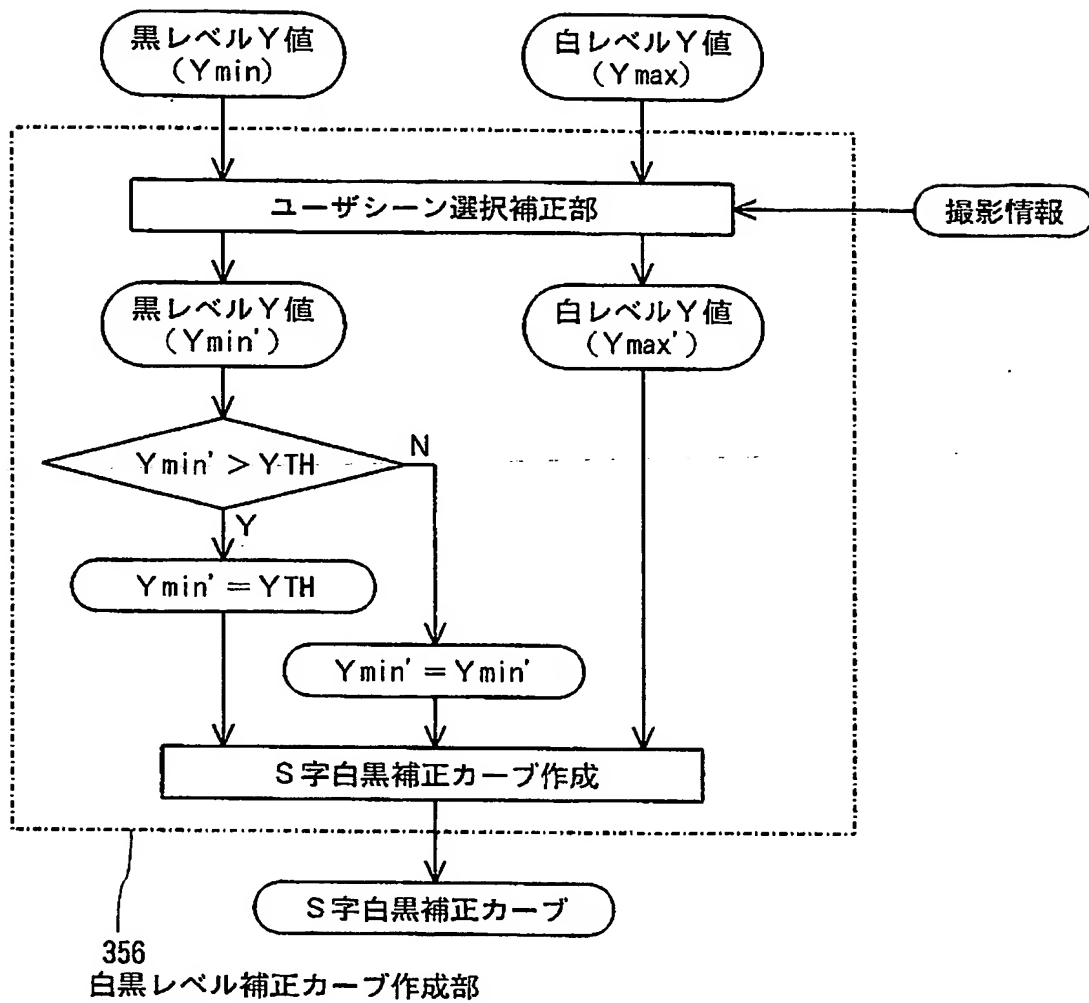
【図 9】

画像の統計解析による画像カテゴリ				画像シーンの情報による画像カテゴリ
輝度信号 Y の平均値				
暗い	中間	明るい		
狭い	<div>NarrowLo</div>	<div>NarrowAve</div>	<div>NarrowHi</div>	<div>U-Shape</div>
	<div>MidLo</div>	<div>MidAve</div>	<div>MidHi</div>	
	<div>WideLo</div>	<div>WideAve</div>	<div>WideHi</div>	
輝度信号 Y のヒストグラムの広がり				
	中間			

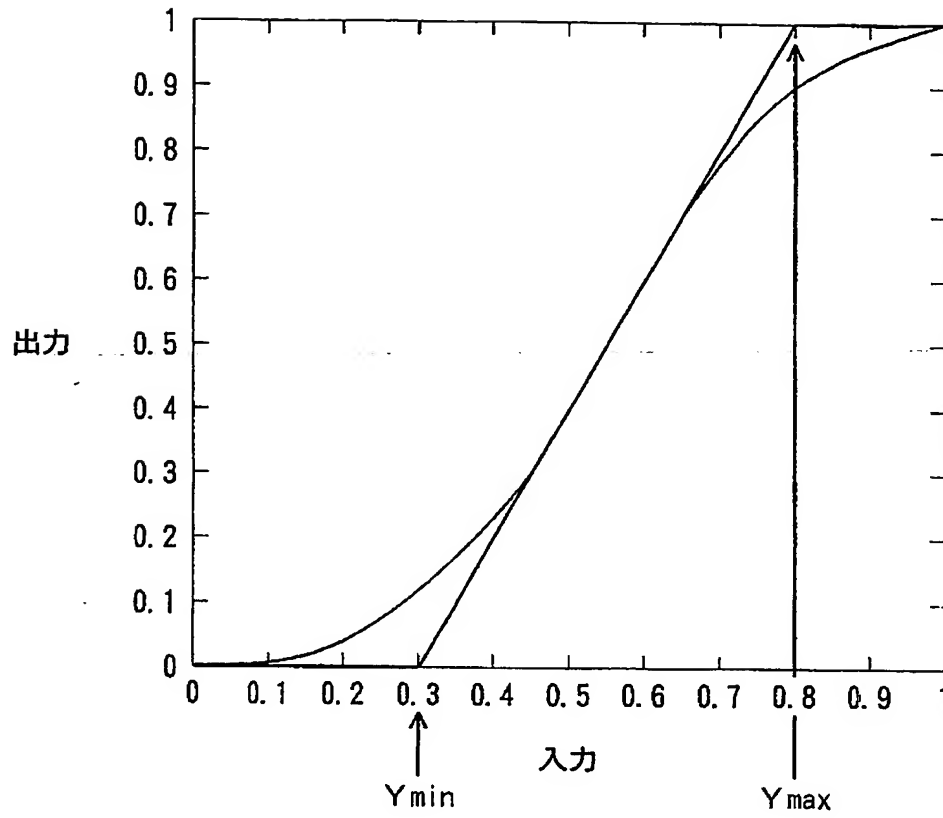
【図 10】



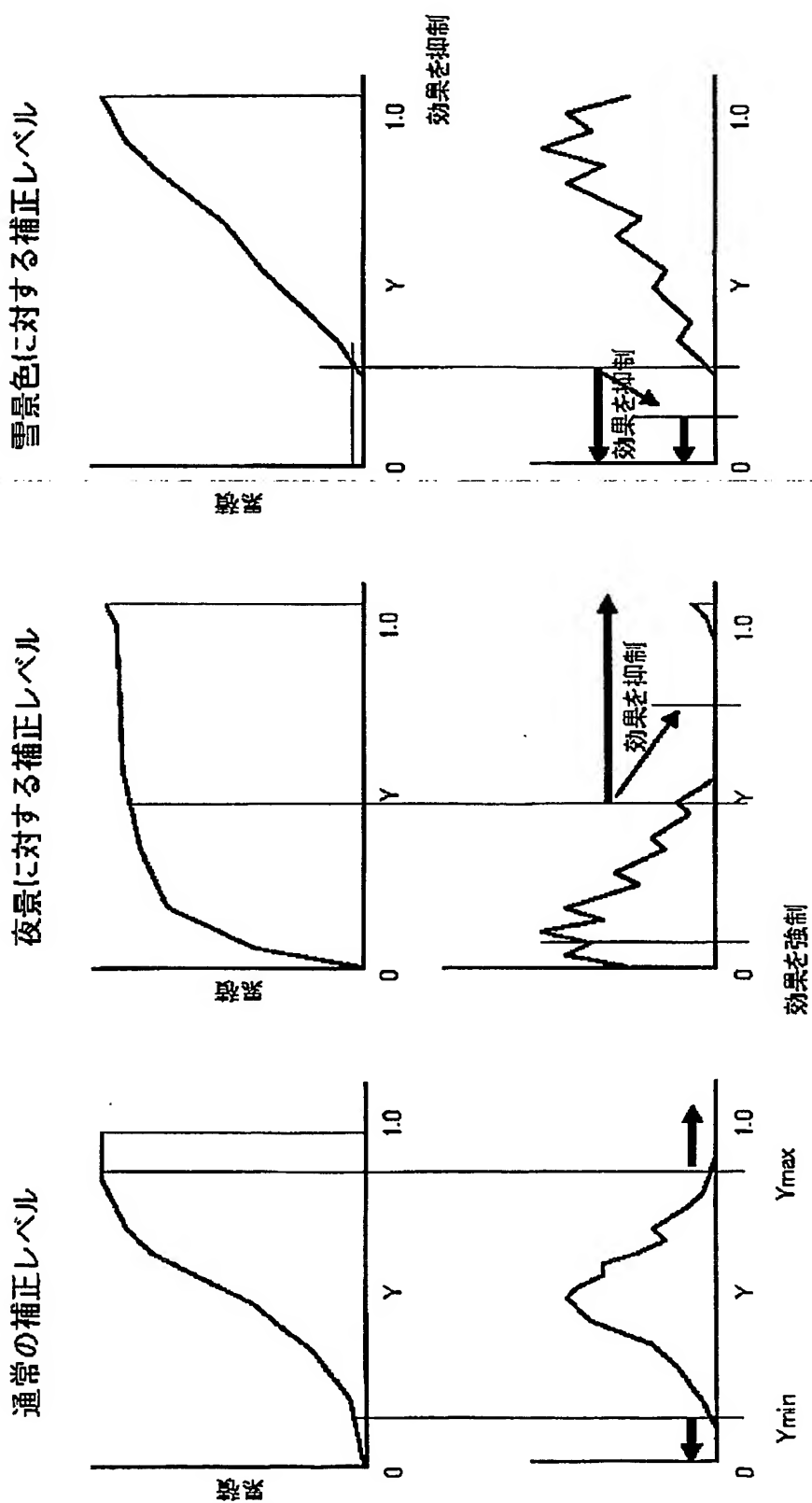
【図 11】



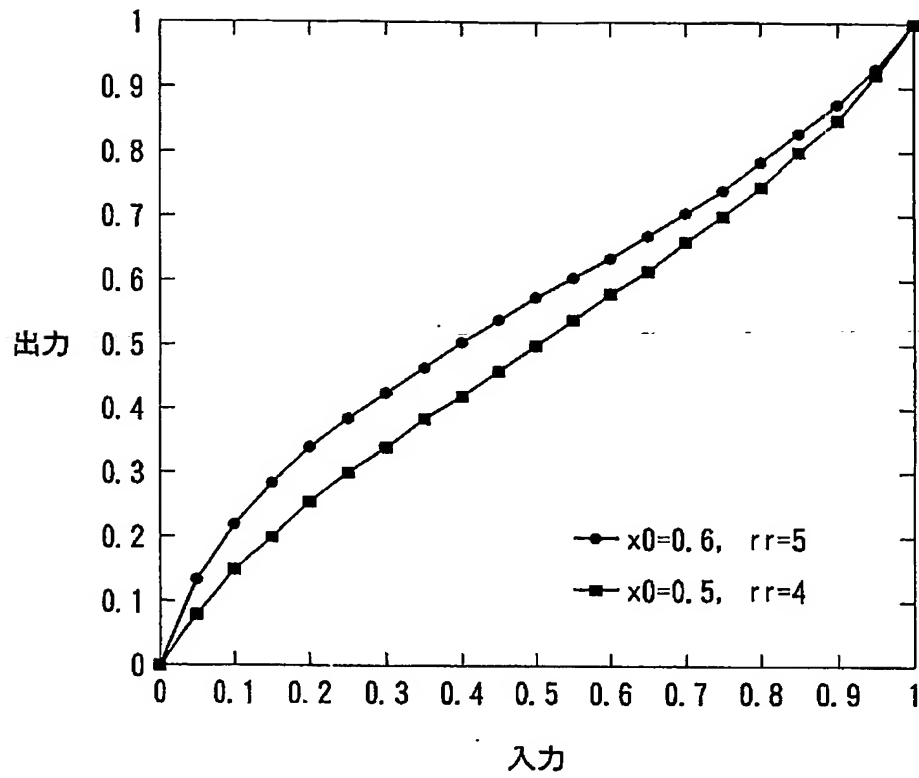
【図 12】



【図 13】



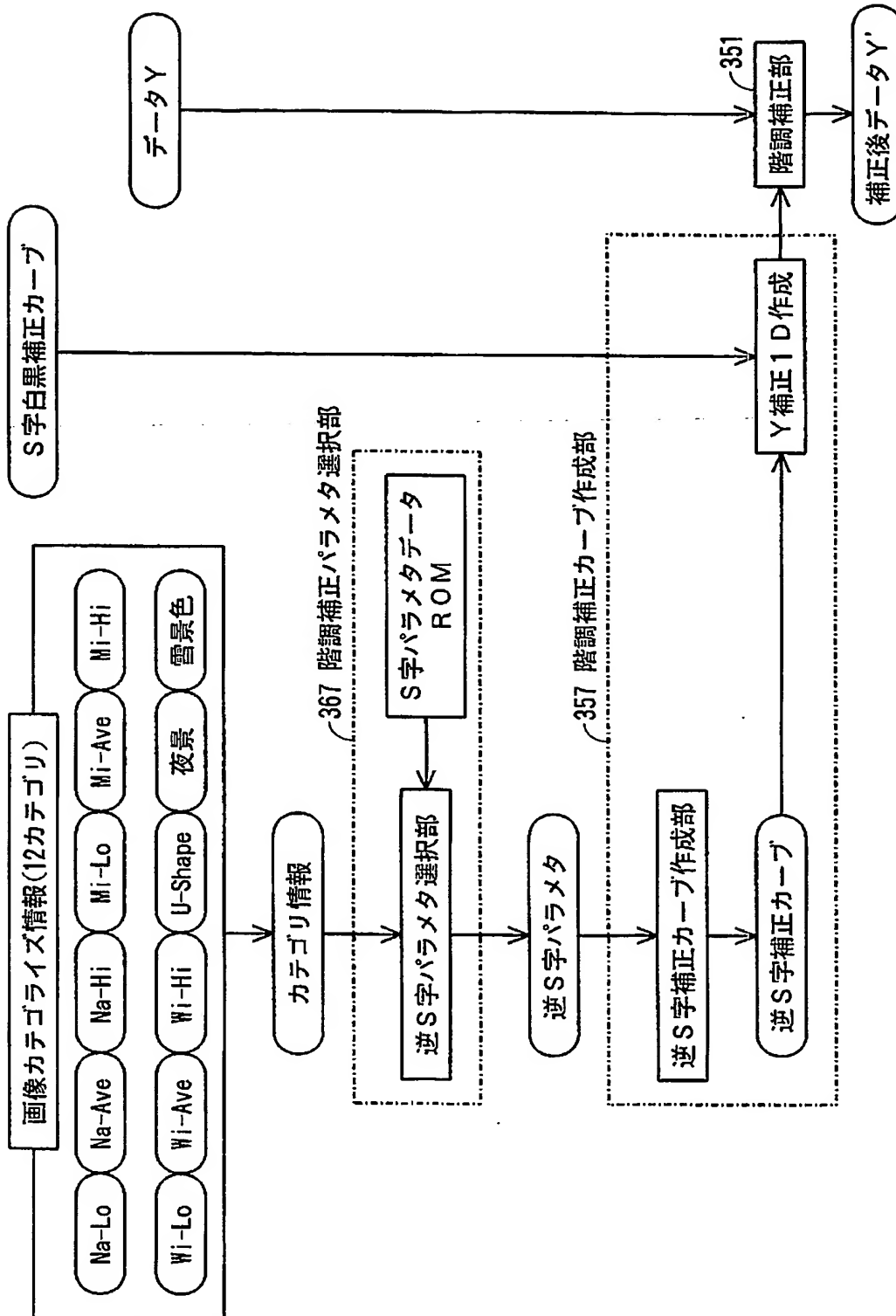
【図 14】



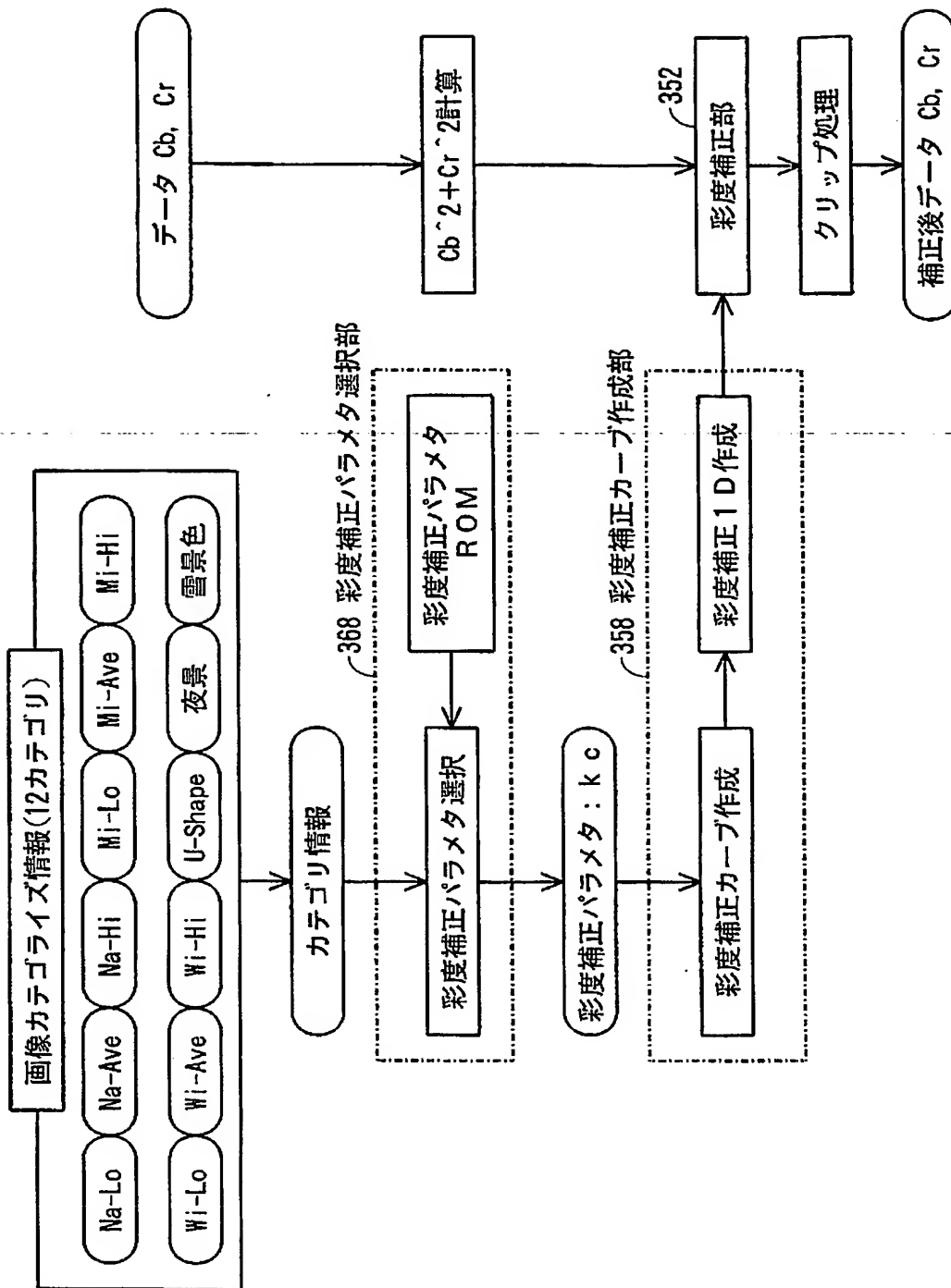
【図 15】

	階調補正パラメタ		彩度補正パラメタ
	x 0	r r	k c
Narrow & Low	x 0-NL	r r-NL	k c-NL
Narrow & Ave	x 0-NA	r r-NA	k c-NA
Narrow & Hi	x 0-NH	r r-NH	k c-NH
Mid & Low	x 0-ML	r r-ML	k c-ML
Mid & Ave	x 0-MA	r r-MA	k c-MA
Mid & Hi	x 0-MH	r r-MH	k c-MH
Wide & Low	x 0-WL	r r-WL	k c-WL
Wide & Ave	x 0-WA	r r-WA	k c-WA
Wide & Hi	x 0-WH	r r-WH	k c-WH
U-Shape	x 0-U	r r-U	k c-U
夜景	x 0-N	r r-N	k c-N
雪景色	x 0-S	r r-S	k c-S

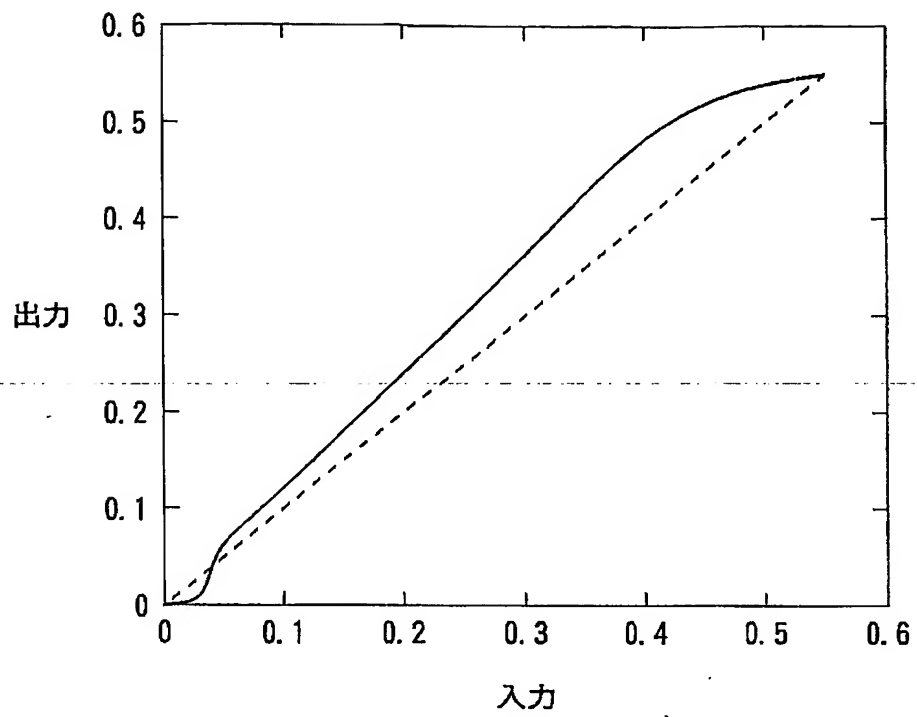
【図16】



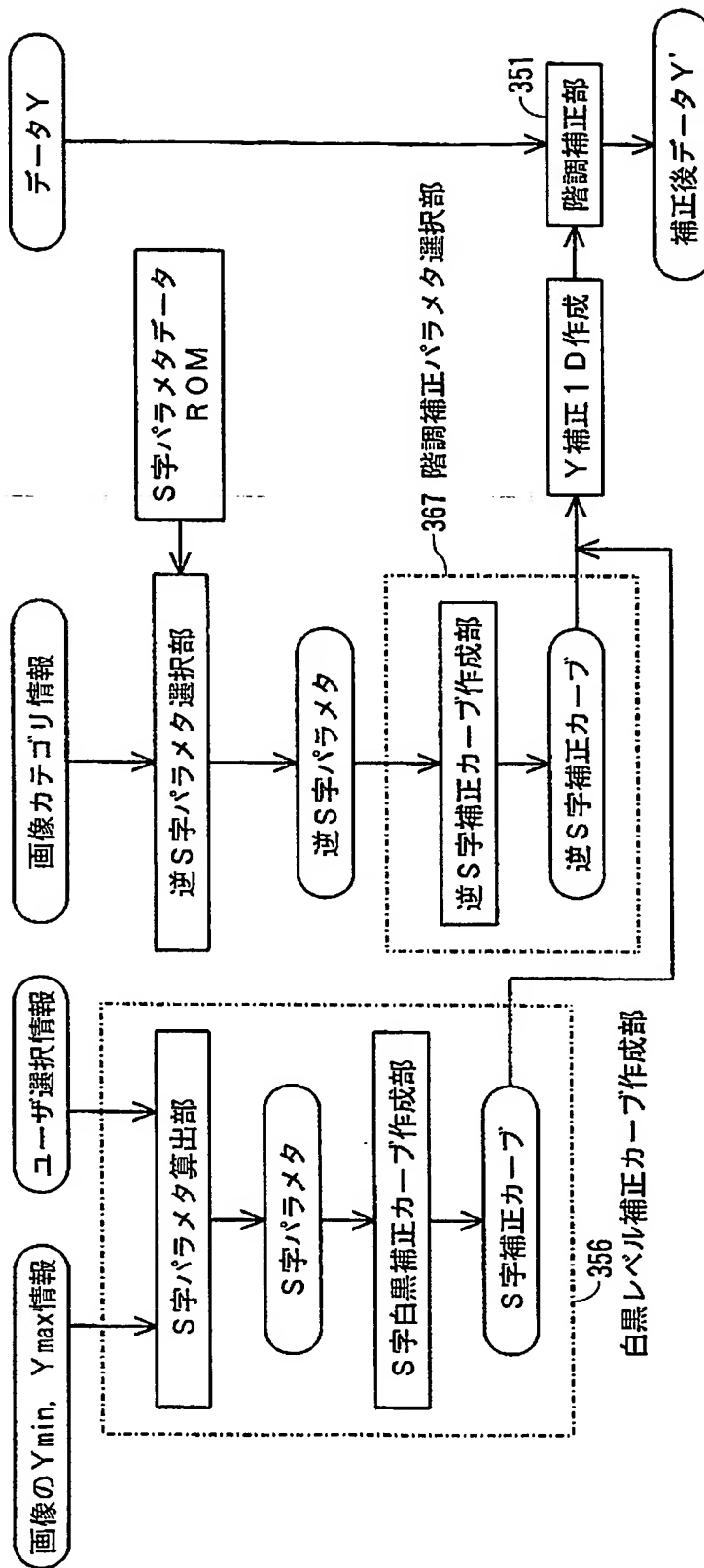
【図 17】



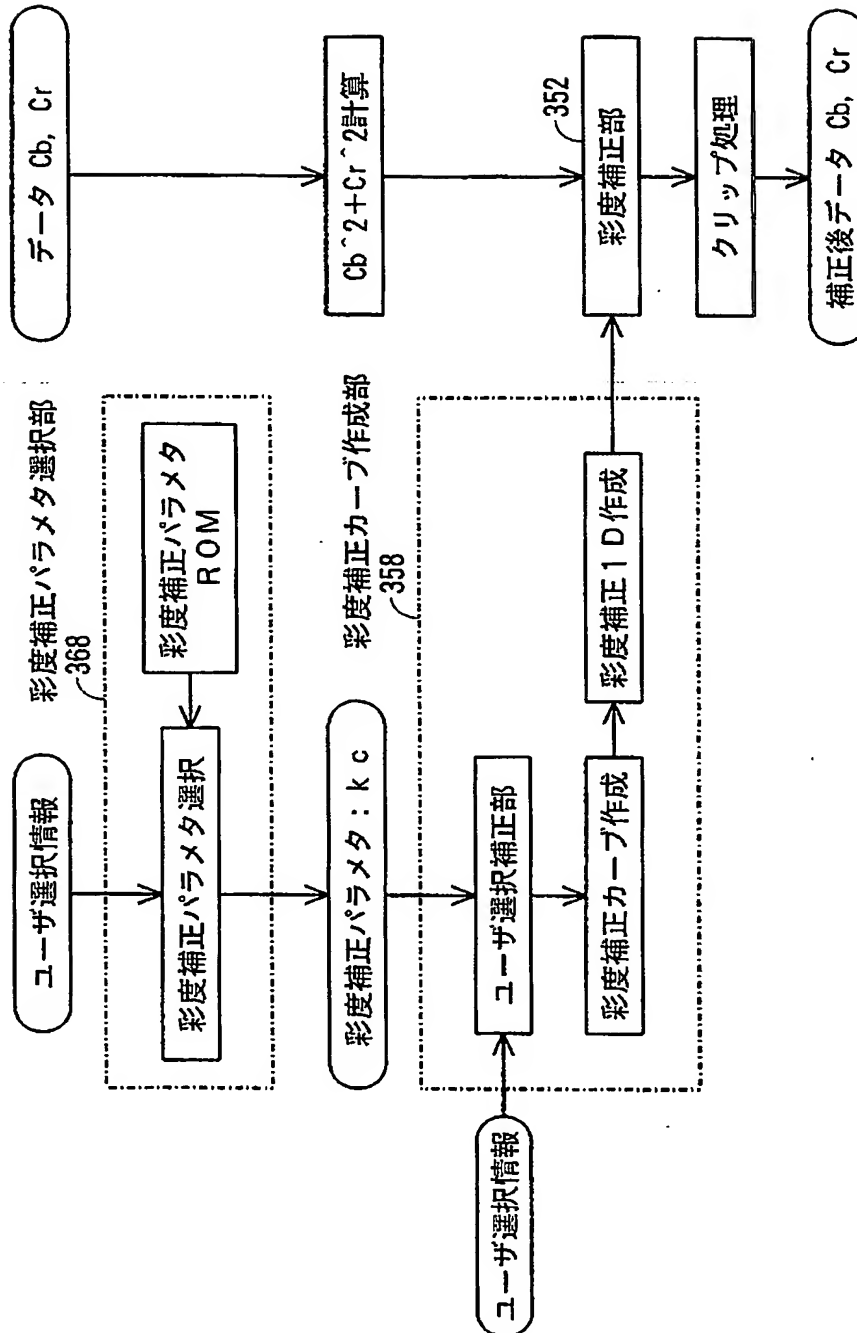
【図 18】



【図 19】



【図 20】



【図 21】

$$\begin{bmatrix} X_{\text{raw}} \\ Y_{\text{raw}} \\ Z_{\text{raw}} \end{bmatrix} = M1 \cdot \begin{bmatrix} R'2 \\ G'2 \\ B'2 \end{bmatrix} \quad (\text{式1})$$

ここで、

$$M1 = \begin{bmatrix} 0.4124 & 0.3576 & 0.1805 \\ 0.2126 & 0.7152 & 0.0722 \\ 0.0193 & 0.1192 & 0.9505 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X_{\text{raw}_n} \\ Y_{\text{raw}_n} \\ Z_{\text{raw}_n} \end{bmatrix} = M2 \cdot \begin{bmatrix} X_{\text{raw}} \\ Y_{\text{raw}} \\ Z_{\text{raw}} \end{bmatrix} \quad (\text{式2})$$

ここで、

$$M2 = \begin{bmatrix} 1/(Y_{\text{raw_ave}} \times 5) & 0 & 0 \\ 0 & 1/(Y_{\text{raw_ave}} \times 5) & 0 \\ 0 & 0 & 1/(Y_{\text{raw_ave}} \times 5) \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} R'3 \\ G'3 \\ B'3 \end{bmatrix} = M1^{-1} \cdot \begin{bmatrix} X_{\text{raw}_n} \\ Y_{\text{raw}_n} \\ Z_{\text{raw}_n} \end{bmatrix} \quad (\text{式3})$$

$$\begin{cases} R_{\text{scRGB}} = \text{round}[(R'3 \times 8192.0) + 4096.0] \\ G_{\text{scRGB}} = \text{round}[(G'3 \times 8192.0) + 4096.0] \\ B_{\text{scRGB}} = \text{round}[(B'3 \times 8192.0) + 4096.0] \end{cases} \quad (\text{式4})$$

$$\begin{cases} R'3 = (R_{\text{scRGB}} \div 8192.0) - 0.5 \\ G'3 = (G_{\text{scRGB}} \div 8192.0) - 0.5 \\ B'3 = (B_{\text{scRGB}} \div 8192.0) - 0.5 \end{cases} \quad (\text{式5})$$

【図 2 2】

$R'3, G'3, B'3 \geq 0.0031308$ のとき

$$\begin{cases} R' \text{ scRGB} = 1.055 \times R'3^{(1.0/2.4)} - 0.055 \\ G' \text{ scRGB} = 1.055 \times G'3^{(1.0/2.4)} - 0.055 \\ B' \text{ scRGB} = 1.055 \times B'3^{(1.0/2.4)} - 0.055 \end{cases} \quad (\text{式6-a})$$

$0.0031308 > R'3, G'3, B'3 > -0.0031308$ のとき

$$\begin{cases} R' \text{ scRGB} = 12.92 \times R'3 \\ G' \text{ scRGB} = 12.92 \times G'3 \\ B' \text{ scRGB} = 12.92 \times B'3 \end{cases} \quad (\text{式6-b})$$

$R'3, G'3, B'3 \leq -0.0031308$ のとき

$$\begin{cases} R' \text{ scRGB} = -1.055 \times (-R'3)^{(1.0/2.4)} + 0.055 \\ G' \text{ scRGB} = -1.055 \times (-G'3)^{(1.0/2.4)} + 0.055 \\ B' \text{ scRGB} = -1.055 \times (-B'3)^{(1.0/2.4)} + 0.055 \end{cases} \quad (\text{式6-c})$$

$$\begin{bmatrix} Y' \text{ scYCC} \\ C b' \text{ scYCC} \\ C r' \text{ scYCC} \end{bmatrix} = M3 \cdot \begin{bmatrix} R' \text{ scRGB} \\ G' \text{ scRGB} \\ B' \text{ scRGB} \end{bmatrix} \quad (\text{式7})$$

ここで、

$$M3 = \begin{bmatrix} 0.2990 & 0.5870 & 0.1140 \\ -0.1687 & -0.3313 & 0.5000 \\ 0.5000 & -0.4187 & -0.0813 \end{bmatrix}$$

$$\begin{cases} Y \text{ scYCC} = \text{round}[(Y' \text{ scYCC} \times 1280) + 1024] \\ C b \text{ scYCC} = \text{round}[(C b' \text{ scYCC} \times 2048) + 1024] \\ C r \text{ scYCC} = \text{round}[(C r' \text{ scYCC} \times 2048) + 1024] \end{cases} \quad (\text{式8})$$

$$T w' = T w + \Delta T \quad (\text{式9})$$

【図 2 3】

$$\begin{cases} x d' = -4.6070 \times 10^9 / T w'^3 + 2.9678 \times 10^6 / T w'^2 \\ \quad + 0.09911 \times 10^3 / T w' + 0.244063 \\ y d' = -3.000 \times x d'^2 + 2.870 \times x d' - 0.275 \end{cases} \quad (式10)$$

$$\begin{cases} X w' = x d' / y d' \\ Y w' = 1 \\ Z w' = (1 - x d' - y d') / y d' \end{cases} \quad (式11)$$

$$\begin{bmatrix} R' w \\ G' w \\ B' w \end{bmatrix} = M1^{-1} \cdot \begin{bmatrix} X w' \\ Y w' \\ Z w' \end{bmatrix} \quad (式12)$$

$$\begin{cases} k r = R' w / R w \\ k g = G' w / G w \\ k b = B' w / B w \end{cases} \quad (式13)$$

$$\begin{cases} R scRGB_w = \text{round}[k r \times R scRGB] \\ G scRGB_w = \text{round}[k g \times G scRGB] \\ B scRGB_w = \text{round}[k b \times B scRGB] \end{cases} \quad (式14)$$

$$\begin{cases} Y' scYCC = (Y' scYCC - 1024) / 1280 \\ C b' scYCC = (C b' scYCC - 2048) / 1280 \\ C r' scYCC = (C r' scYCC - 2048) / 1280 \end{cases} \quad (式15)$$

$$\begin{bmatrix} R' scRGB \\ G' scRGB \\ B' scRGB \end{bmatrix} = M3^{-1} \cdot \begin{bmatrix} Y' scYCC \\ C b' scYCC \\ C r' scYCC \end{bmatrix} \quad (式16)$$

【図 2 4】

$R'_{scRGB}, G'_{scRGB}, B'_{scRGB} \geq 0.04045$ のとき

$$\begin{cases} R'_3 = \left[\frac{R'_{scRGB} + 0.055}{1.055} \right]^{2.4} \\ G'_3 = \left[\frac{G'_{scRGB} + 0.055}{1.055} \right]^{2.4} \\ B'_3 = \left[\frac{B'_{scRGB} + 0.055}{1.055} \right]^{2.4} \end{cases} \quad (\text{式17-a})$$

$0.04045 > R'_3, G'_3, B'_3 > -0.04045$ のとき

$$\begin{cases} R'_3 = R'_{scRGB} / 12.92 \\ G'_3 = G'_{scRGB} / 12.92 \\ B'_3 = B'_{scRGB} / 12.92 \end{cases} \quad (\text{式17-b})$$

$R'_3, G'_3, B'_3 \leq -0.04045$ のとき

$$\begin{cases} R'_3 = - \left[\frac{(-R'_{scRGB}) + 0.055}{1.055} \right]^{2.4} \\ G'_3 = - \left[\frac{(-G'_{scRGB}) + 0.055}{1.055} \right]^{2.4} \\ B'_3 = - \left[\frac{(-B'_{scRGB}) + 0.055}{1.055} \right]^{2.4} \end{cases} \quad (\text{式17-c})$$

【図 25】

$R' \text{ scRGB}, G' \text{ scRGB}, B' \text{ scRGB} < 0$ のとき

$$\begin{cases} R = 0 \\ G = 0 \\ B = 0 \end{cases} \quad (\text{式18-a})$$

$0 \leq R' \text{ scRGB}, G' \text{ scRGB}, B' \text{ scRGB} \leq 1.0$ のとき

$$\begin{cases} R = \text{round}(R' \text{ scRGB} \times 255) \\ G = \text{round}(G' \text{ scRGB} \times 255) \\ B = \text{round}(B' \text{ scRGB} \times 255) \end{cases} \quad (\text{式18-b})$$

$1.0 < R' \text{ scRGB}, G' \text{ scRGB}, B' \text{ scRGB}$ のとき

$$\begin{cases} R = 255 \\ G = 255 \\ B = 255 \end{cases} \quad (\text{式18-c})$$

$$S_{\text{fwd}}(x) = \frac{1}{1 + e^{-rr(x-x_0)}} \quad (\text{式19-a})$$

$$Y_{\text{out}} = \frac{S_{\text{fwd}}(Y_{\text{in}}) - S_{\text{fwd}}(0)}{S_{\text{fwd}}(1) - S_{\text{fwd}}(0)} \quad (\text{式19-b})$$

$$S_{\text{inv}}(x) = -\frac{1}{rr} \ln \left[\frac{1}{x} - 1 \right] + x_0 \quad (\text{式20-a})$$

$$Y_{\text{out}} = \frac{S_{\text{inv}}(Y_{\text{in}}) - S_{\text{inv}}(0)}{S_{\text{inv}}(1) - S_{\text{inv}}(0)} \quad (\text{式20-b})$$

$$C_{\text{out}} = k_c \times C_{\text{in}} \quad (\text{式21})$$

$$Y_{\text{min_TV}} = Y_{\text{min}} \times B_{\text{Ktv}} \quad (\text{式22})$$

【図 2 6】

$$Y_{\max_TV} = Y_{\max} \times W_{tv} \quad (\text{式23})$$

$$k_{c_TV} = k_c \times G_{tv} \quad (\text{式24})$$

$$Y_{\max_Pic} = Y_{\max} \times W_{pic} \quad (\text{式25})$$

$$k_{c_Pic} = k_c \times G_{pic} \quad (\text{式26})$$

$$Y_{\min_User} = Y_{\min} \times B_{Kuser} \quad (\text{式27})$$

$$Y_{\max_User} = Y_{\max} \times W_{user} \quad (\text{式28})$$

$$k_{c_User} = k_c \times G_{user} \quad (\text{式29})$$

$$G_{user} = 2 - \frac{B_{Kuser} + W_{user}}{2} \quad (\text{式30})$$

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 255 & 0 & 0 \\ 0 & 255 & 0 \\ 0 & 0 & 255 \end{bmatrix} \cdot M_3^{-1} \cdot \begin{bmatrix} Y' \\ C_{b'} \\ C_{r'} \end{bmatrix} \quad (\text{式31})$$

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 デジタルスチルカメラだけで、撮影した画像をユーザの好みの画像に補正できるようにする。

【解決手段】 階調補正の実行されるべき画像の画像データを、標準色空間のフォーマットにより保持するメモリ15と、階調補正回路35とを設ける。メモリ15からこれに保存されている上記画像データを読み出し、この読み出した画像データに対して階調補正回路35により階調補正を実行する。自動階調補正は、画像の輝度信号を統計解析して画像をカテゴライズし、適正な補正カーブを用いて補正する。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 2 - 2 6 3 6 9 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 1 8 5]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号

氏 名

ソニー株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.